



FS SONNE
FAHRTBERICHT SO 103
CRUISE REPORT SO 103

CONDOR 1 B

Valparaiso - Valparaiso
2. - 21.7. 1995

Herausgegeben von
Ernst R. Flueh
mit Beiträgen der Fahrtteilnehmer

GEOMAR
Forschungszentrum
für marine Geowissenschaften
der Christian-Albrechts-Universität
zu Kiel

Kiel 1995

GEOMAR REPORT 41

GEOMAR
Research Center
for Marine Geosciences
Christian Albrechts University
in Kiel

Redaktion der Serie: Gerhard Haass
Umschlag: Kerstin Kreis, Harald Gross,
GEOMAR Technologie GmbH

Managing Editor: Gerhard Haass
Cover: Kerstin Kreis, Harald Gross,
GEOMAR Technologie GmbH

GEOMAR REPORT
ISSN 0936 - 5788

GEOMAR REPORT
ISSN 0936 - 5788

GEOMAR
Forschungszentrum
für marine Geowissenschaften
D-24148 Kiel
Wischhofstr. 1-3
Telefon (0431) 7202-0
Telefax (0431) 72 53 91, 7 20 22 93, 72 56 50

GEOMAR
Research Center
for Marine Geosciences
D-24148 Kiel / Germany
Wischhofstr. 1-3
Telephone (49) 431 / 7202-0
Telefax (49) 431 / 72 53 91, 7 20 22 93, 72 56 50

Inhaltsverzeichnis

1.1 Zusammenfassung	1
1.2 Summary	1
2. Einleitung	3
2.1 Zielsetzung des CONDOR Projektes	3
2.2 Geological and Tectonical Setting of the Surveyed Area	6
3. Teilnehmer	9
3.1 Wissenschaftler	9
3.2 Besatzung	9
3.3 Adressen der beteiligten Institute	10
4. Fahrtverlauf	11
5. Wissenschaftliche Geräte	15
5.1 Rechneranlagen	15
5.2 Seismische Datenerfassung	16
5.2.1 Das GEOMAR Ozeanbodenhydrophon (OBH)	16
5.2.2 Das Vertikal Array	18
5.2.3 Aufbereitung der OBH-Registrierungen	20
5.3 Anregung seismischer Wellen	23
5.3.1 Luftpulser	23
5.3.2 Triggersignale	25
5.4 Schiffsseitige Ausrüstung	25
5.4.1 Hydrosweep	25
5.4.2 Parasound	26
6. Durchgeführte Arbeiten und erste Ergebnisse	27
6.1 Hydrosweep	27
6.2 Parasound	27
6.3 Refraktionsseismische Messungen	35
6.3.1 Einleitung	35
6.3.2 Seismische Datenbearbeitung	36
6.3.3 Modeling 2D and 3D OBH Data	40
6.3.4 Seismische Profile	45
6.3.4.1 Profil 1	45
6.3.4.2 Profil 2	62
6.3.4.3 Die 3-D Fläche	82
6.3.4.4 Profil 2B	89
6.3.4.5 Profil 1B	100
6.4 Erdbebenbeobachtungen	107
6.5 Schlußbemerkung	111
7. Danksagung	112
8. Literaturverzeichnis	114
9. Anhang	115
Profilprotokolle	117
Kapitänsbericht	123

1.1 Zusammenfassung

Während der Ausfahrt SO103 CONDOR 1B vom 01.07. bis 20.07 mit Ausgangs- und Endhafen Valparaiso, Chile wurden zwei Profile engabständig mit seismischen Weitwinkeldaten untersucht. Beide Profile wurden zweimal mit bis zu elf Ozeanbodenhydrophonen (OBH) besetzt und mit bis zu drei Airguns mit einem Kammervolumen von jeweils 32 ltr. im Abstand von 60 Sekunden, entsprechend 100 Metern abgeschossen. Die Datenqualität ist im allgemeinen gut. Weiterhin wurde ein sternförmiges Netz aus 10 Profilen im Valparaiso Becken aufgenommen. Diese Meßanordnung wird es gestatten, auch dreidimensionale Effekte zu untersuchen. Insgesamt wurden 48 OBH Stationen besetzt und über 13000 Airgunschüsse abgetan. Ein OBH konnte leider nicht geborgen werden. Probleme mit den Releasern reduzierten die Anzahl der Einsätze in geringem Maße. Die Seearbeiten wurden durch Landbeobachtungen einer spanisch/chilenischen Gruppe erweitert, die mehr als zwölf mobile Stationen einsetzte.

Erste an Bord vorgenommene Interpretationen der Daten der beiden Profile zeigen überraschende Ergebnisse, aber auch deutliche Unterschiede zwischen den beiden Gebieten. Zu den ersten wichtigsten Ergebnissen, die sicherlich noch durch eine detailliertere Auswertung verfeinert werden, gehören folgende Beobachtungen:

Die ozeanische Kruste ist relativ dünn (4-5 km), auf dem südlichen Profil zeichnet sie sich durch hohe seismische Geschwindigkeiten aus.

Auf beiden Profilen wird ein etwa 40 km breiter und bis zu 7 km mächtiger Akkretionskeil landwärts vom Tiefseegraben gefunden.

Im Valparaiso Becken sind bis zu etwa 4 km mächtige Sedimente abgelagert.

Die obere kontinentale Kruste zeichnet sich durch geringe Geschwindigkeiten aus, vermutlich ist sie stark deformiert und zerbrochen.

Die untere kontinentale Kruste konnte nicht sehr gut bestimmt werden, zeigt aber auf Profil 2 etwas höhere Geschwindigkeiten als auf Profil 1.

Die Neigung der Plattengrenze beträgt in den oberen 25 km etwa 10° auf beiden Profilen.

Die weitere Auswertung der Daten wird diese Aussagen sicherlich noch auf eine solidere Basis stellen. Insbesondere das Einbinden der Landregistrierungen der spanisch/chilenischen Gruppe, die mit mehr als 12 Stationen unserem Arbeitsplan gefolgt ist, wird über die tieferen Strukturen bessere Auskünfte erlauben. Entlang aller Profile wurde kontinuierlich die Meeresbodentopographie mit Hydrosweep aufgezeichnet, an markanten Stellen ebenfalls mit Parasound.

1.2 Summary

During cruise SO103 CONDOR 1B from 01.07. to 20.07. starting and ending at Valparaiso, Chile, two profiles were covered with high density seismic wide-angle recordings. Each profile was shot and recorded twice, using up to 11 Ocean Bottom Hydrophones (OBH) and simultaneously up to three airguns of 32 ltr. each. Shots were fired at 60 s intervals, corresponding to about 100m distance. The data quality is generally good. In addition, a network of 10 intersecting profiles was collected in Valparaiso Basin. The layout of this experiment should also allow us to image the structure in 3D. In total, 48 OBH positions were occupied, and more than 13.000 airgun shots were fired. Unfortunately, one OBH was lost. Additional problems with the release units caused the number of OBH deployments to be slightly less than anticipated. The marine work was augmented by landrecordings made by a Spanish/Chilean consortium, using more than 12 mobile instruments.

Preliminary onboard interpretation of the two profiles point to some remarkable and surprising results, and also pronounced differences between the two lines. The most important results, which however will be substantiated during the post-cruise interpretation, are:

The oceanic crust is relatively thin (4-5 km), on the southern profile its velocities are rather high.

On both profiles we find evidence for a 40 km wide and 7 km thick accretionary wedge landwards of the trench.

The Valparaiso Basin contains up to 4 km of low velocity sediment.

The upper continental crust exhibits rather low velocities, which may indicate a high degree of fracturing.

The lower continental crust, which is not fully imaged by the OBH data, seems to show higher velocities on profile 2 compared to profile 1.

The dip of the plate interface is about 10° in the upper 25 km on both profiles.

Future interpretation of the complete data set will put these results on a much more solid base. Especially the landrecordings obtained by the Spanish/Chilean group operating more than 12 stations extending of our profiles, will allow the deeper structures to be imaged with more confidence. Along all profiles the seafloor topography was monitored using Hydrosweep, and at interesting places also with the Parasound echosounder.

2. Einleitung

2.1 Zielsetzung des CONDOR Projektes

(E. Flüh)

Die verheerenden Erdbeben und Tsunamies, die immer wieder den chilenischen Kontinentalrand heimsuchen, gefährden nachhaltig die Bewohner sowie die soziale und ökonomische Entwicklung der Infrastruktur Chiles. Das Chile-Beben von 1960 ist mit einer Momentmagnitude von 9.5 das stärkste jemals aufgezeichnete Erdbeben gewesen. Das San Antonio Beben von 1985 ($M_w = 7.8$) nahe Valparaiso und Santiago wird mit der Kollision von Seamounts des Juan Fernandez Rücken mit der überschobenen Platte in Verbindung gebracht.

Die marine geowissenschaftliche Erforschung des chilenischen Kontinentalrandes geht zwar schon auf Darwin zurück, jedoch erst nach dem Chile Beben von 1960 wurde diese intensiviert. Auffallend sind der sehr schmale Schelfbereich und die Steilheit des Kontinentalabhanges. Der Chile Tiefseegraben erreicht Tiefen von über 7000 m. Auf den ersten reflexionsseismischen Profilen (Scholl u. a., 1970) und bathymetrischen Karten (Schweller u. a., 1980) wurde das Valparaiso Becken entdeckt, das erste Forearc Becken südlich des Nazca Rückens. Dieses liegt unmittelbar östlich vom O' Higgins Seamount, der zu dem sich über 900 km erstreckenden Juan Fernandez Rücken gehört und weitere elf Seamounts umfaßt, darunter die Inseln Alexander Selkirk, Robinson Crusoe und Santa Clara (Mammerickx u. a., 1975). Satellitengravimetrische Daten (Abb. 2.1.1) zeigen, daß diese Hot-Spot Kette unter den chilenischen Kontinentalrand in der Umgebung des Valparaiso Beckens subduziert wird (Sandwell und Smith, 1992).

Zu den übergeordneten Zielen des CONDOR Projektes (A study of Chilean Offshore Natural Disasters and Ocean environmental Research), die durch zwei Fahrten des FS SONNE und begleitenden Untersuchungen erreicht werden sollen, gehören:

- 1.) Untersuchungen zur Krustenstruktur und Erdbebenverteilung im Bereich der Kollision des Juan Fernandez Rückens mit dem Kontinentalrand
- 2.) Charakterisierung der Morphologie des Kontinentalabhanges sowie des Sedimenttransports
- 3.) Gewinnung von Sedimentkernen zur Analyse von Paläoklimaänderungen
- 4.) Bilanzierung der Massen- und Fluidtransporte vom Tiefseegraben bis zum vulkanischen Gürtel

Auf der Fahrt SO103 steht vor allem das unter Punkt 1. genannte Ziel im Vordergrund, während auf der Fahrt SO101 (von Huene u. a., 1995) die Grundlagen für die unter 2. und 3. genannten Punkte geschaffen wurden. Beide Fahrten zusammen bilden mit begleitenden Untersuchungen an Land die Voraussetzungen für das unter 4. aufgeführte Globalziel.

Basierend auf den guten bathymetrischen Karten des Untersuchungsgebietes, die bei SO101 ausgearbeitet wurden (Abb. 2.1.2), sowie magnetischen und flachseismischen Daten wurden zwei etwa 150 km lange Profile für seismische Weitwinkelmessungen ausgewählt. Ergänzt werden diese Profile durch eine sternförmige Anordnung von jeweils 5 sich kreuzenden und etwa 90 km langen sowie weiteren 5 etwa 50 km langen Profilen, die auch eine quasi dreidimensionale Untersuchung zulassen. Die geplante Anordnung aller Profile ist in Abbildung 2.1.2 gezeigt.

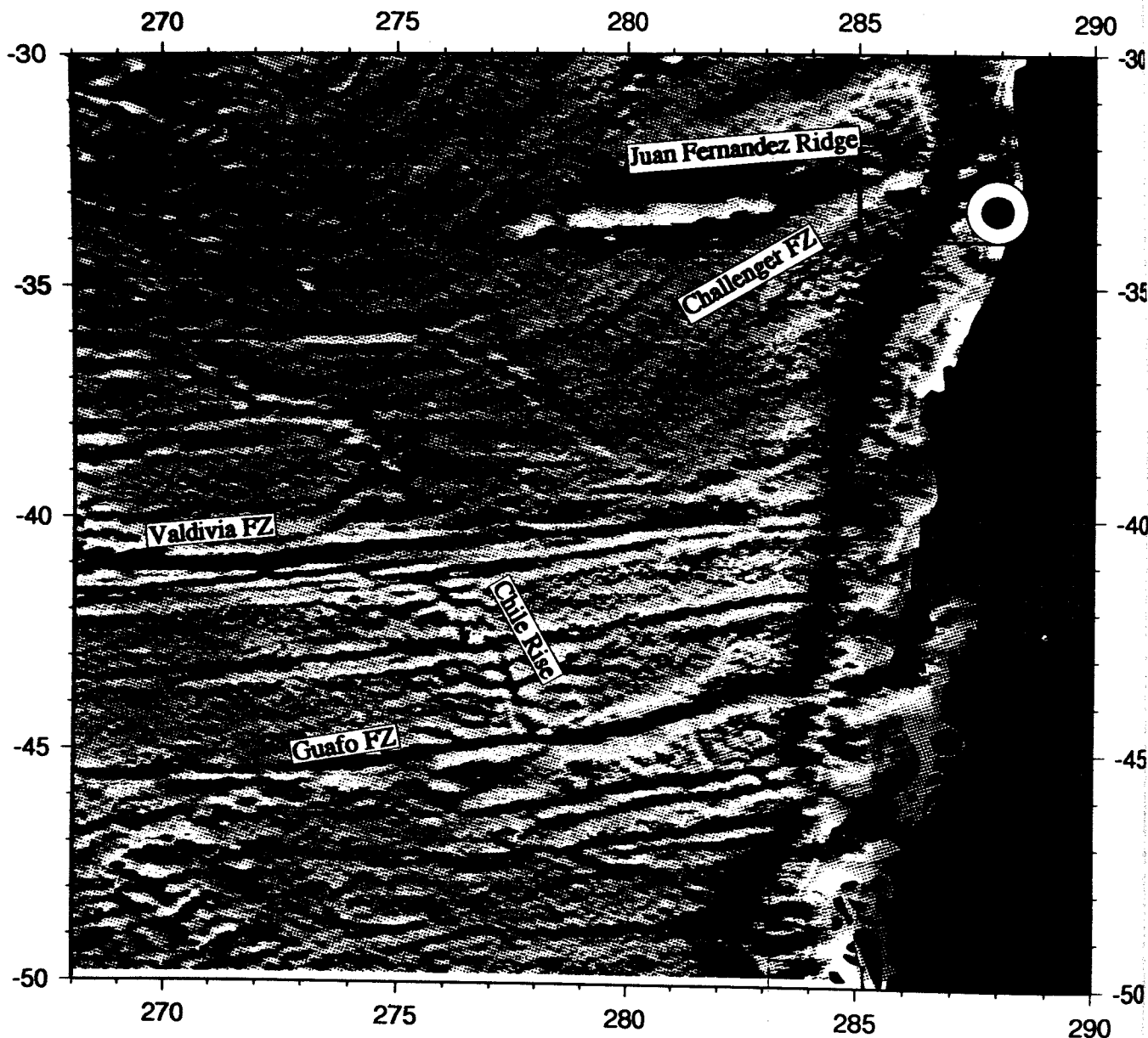


Abbildung 2.1.1: Satellitengravimetrisches Karte des Süd-Ost Pazifiks. Das Untersuchungsgebiet vor Valparaiso ist eingerahmt, der Kreis markiert das Epizentrum des San-Antonio Bebens von 1985.

Das südliche Profil, welches etwa von ESE nach WNW streicht, quert den Tiefseegraben und Kontinentalrand in einem Bereich, der offenbar noch unbeeinflusst von der Kollision des Juan-Fernandez Rücken mit dem südamerikanischen Kontinent ist. Langgezogene Rückenstrukturen unmittelbar östlich des Tiefseegrabens, der hier nahezu 6000 m Wassertiefe erreicht und eine Sedimentfüllung von etwa zwei Kilometer Mächtigkeit aufweist, lassen hier die Akkretion junger Sedimente gegen den Kontinentalrand vermuten. Dieses Profil soll auch als Referenzmodell für den Zustand vor der Deformation durch die Kollision des Juan Fernandez Rücken dienen.

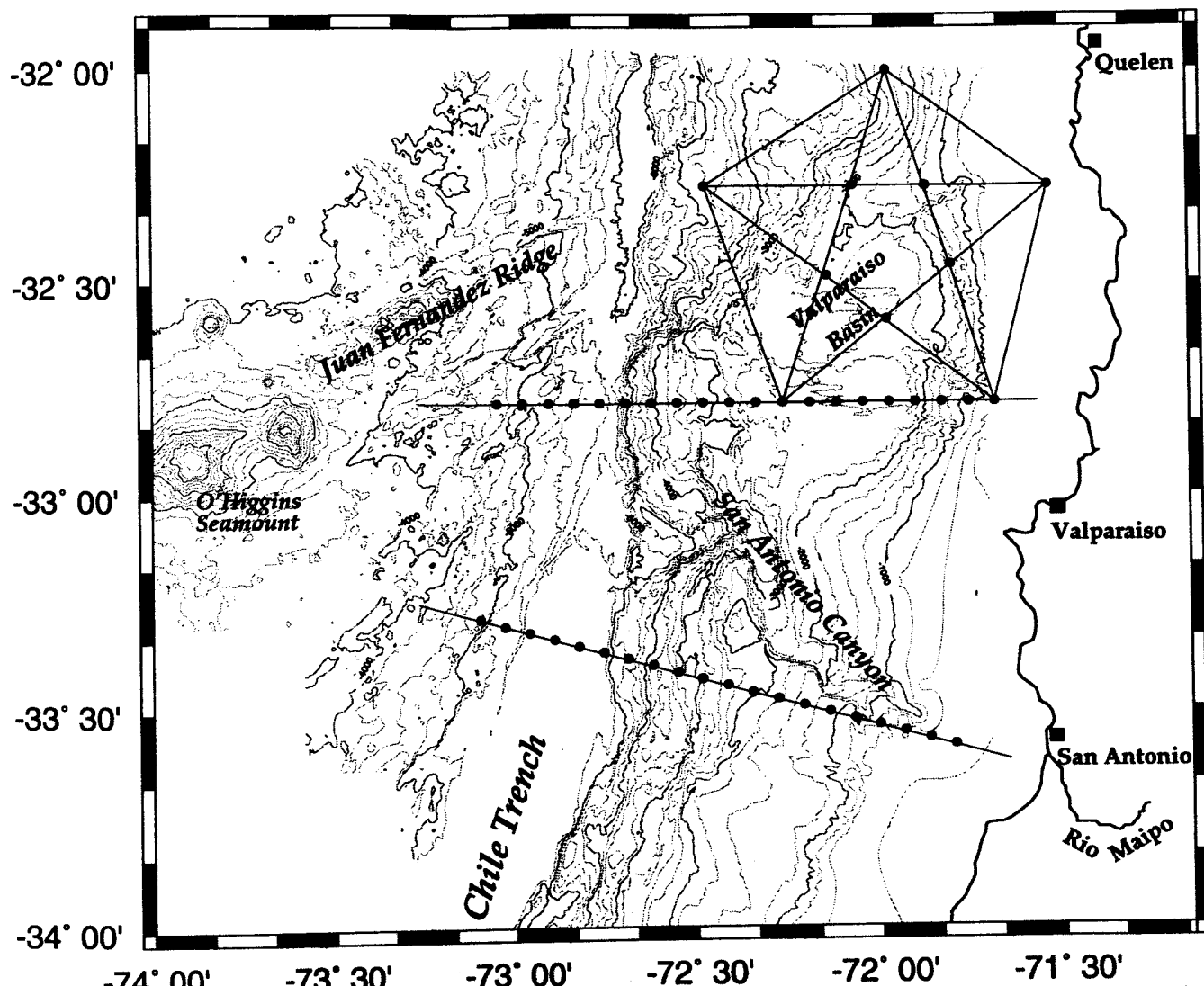


Abbildung 2.1.2: Bathymetrische Karte des Untersuchungsgebietes nach Ergebnissen der SONNE Fahrt SO101 (von Huene u. a., 1995) mit den geplanten OBH Positionen (Punkte) und Airgunprofilen (Linien).

Das nördlichere, genau E-W verlaufende Profil quert den Chile Graben an seiner flachsten Stelle und verläuft zudem durch das Valparaiso Becken. Es ist ebenfalls etwa 150 km lang. Die Morphologie in diesem Bereich weist auf einen subduzierten Seamount hin (von Huene u. a., 1995). Beide Profile meiden die stärksten bathymetrischen Anomalien wie Canyons oder Rutschungen und liegen zudem so, daß die ergänzenden Landmessungen von CSIC, Barcelona und DGF, Santiago gute Straßenanschlüsse in Profilrichtung haben.

Das sternförmige Profilnetz soll das Valparaiso Becken und die unterlagernden tieferen Krustenstockwerke in diesem Bereich erfassen. Das Valparaiso Becken wird durch einen diagonal verlaufenden Rücken in einen stark deformierten nördlichen Teil (Kollaps-Struktur?) und einen durch ruhige Sedimentation gekennzeichneten südlichen Teil getrennt (von Huene u. a., 1995). Neben der normalen Auswertung entlang der Profillinien soll diese Anordnung auch eine dreidimensionale tomographische Analyse zulassen und damit die räumliche Darstellung der Untergrundstrukturen ermöglichen. Es soll damit der Versuch unternommen werden, neue Aufnahmegeometrien mit neuen Auswertetechniken zu verbinden.

2.2 Geological and Tectonical Setting of the Surveyed Area

(J. Diaz, A. Diaz)

The continental margin off Chile (Southamerican continental plate) collides in the North with the Nazca oceanic plate, and in the South with the Antarctic oceanic plate. During this study, we focused our attention on the collision of the central region of Chile with the Nazca plate (32°-34° S). In this region, the Nazca and the Southamerican plates converge with an angle of N78°W and a rate of about 9-9.5 cm/year.

The main offshore tectonic units along the trend of the Chile trench are: the abyssal plain, the oceanic slope, the trench axis, the lower, middle and upper continental slopes and the continental shelf. Onshore, there is a littoral plain, the Jurassic magmatic arc, the longitudinal valley, composed of quaternary deposits and the Andean arc.

This general tectonic pattern is being altered by the presence of the Juan Fernández aseismic ridge on the oceanic plate. Several volcanic edifices form the easternmost part of this ridge, which has a trend of N60°E±10° (von Huene et al., 1995). The most prominent are the O'Higgins Guyot and the O'Higgins seamount (Fig. 2.2.1). The top of the O'Higgins guyot is about 450m below the sea level, such that it reaches a height of 3500m above the surrounding abyssal plain. This major feature is surrounded by many small volcanic cones. On the whole oceanic crust, no alteration due to sedimentation is visible.

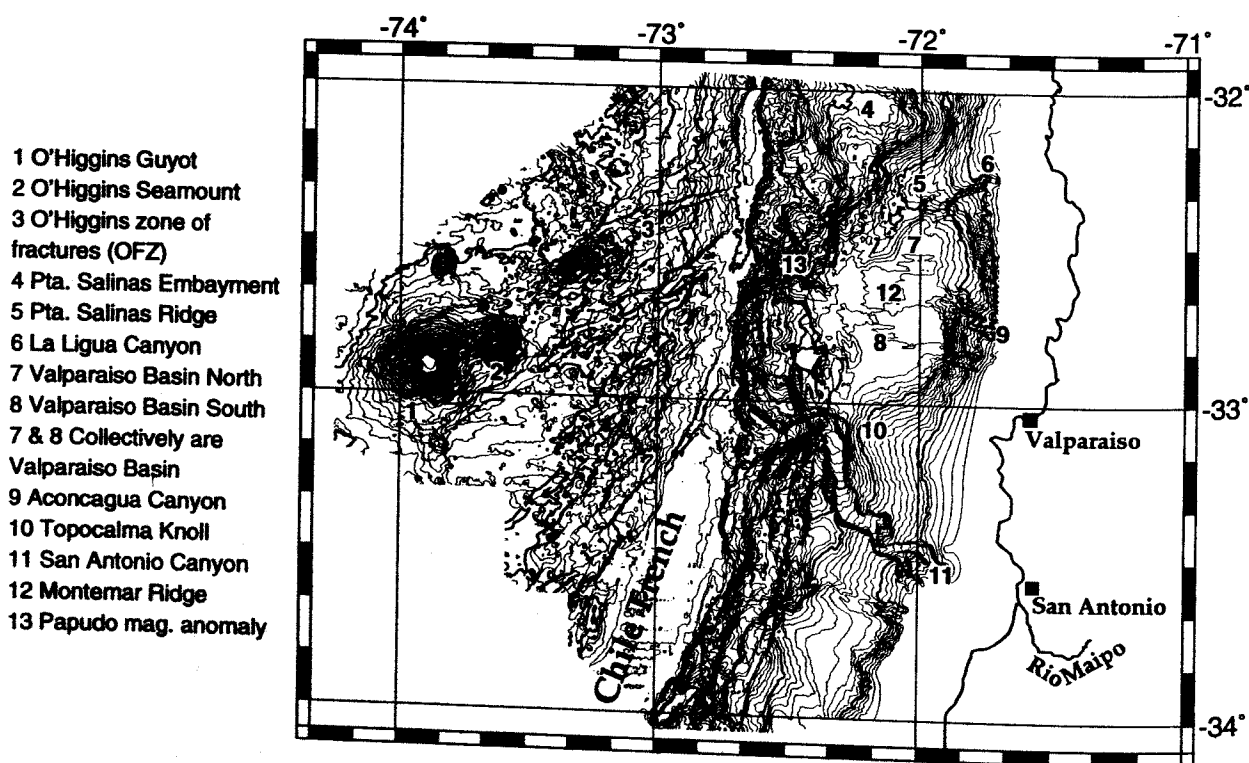


Figure 2.2.1: Bathymetry and major tectonic features of the surveyed area.

Before being subducted, the oceanic plate is flexed and therefore many normal faults appear on the oceanic slope, parallel to the trench axis. At the same time the plate, that surrounds the Juan Fernández ridge has an arc-like shape parallel in the vertical plane to the trench. This bending could explain the horst and graben structures, whose strikes seem to be radial with a common pole located between the lower and the middle continental slope at about $32^{\circ}15'S$, and that are conjugated with the former normal faults.

The trench axis changes its trend at a latitude of $33^{\circ}S$ from almost north-south to $N25^{\circ}E$ (von Huene et al., 1995). This latitude coincides also with an abrupt increase in the sediment's thickness of the trench axis from north to south. According to Schweller et al. (1981), north of $33^{\circ}S$ sediment fill comprises a thickness of only a few hundred meters, whereas in the south, its thickness can be larger than 1 km.

North of $33^{\circ}S$, the lower continental slope is a continuous steep and sinuous wall. Further to the east, the Punta Salinas basin interrupts the general continuous steep slope. To the south there is another forearc much larger basin the Valparaíso basin, bounded to the north by the Punta Salinas ridge, and to the south by the San Antonio canyon. This canyon cuts the whole margin from the coast to trench, and it corresponds to the prolongation on the seafloor of the bed of the Maipo river. San Antonio canyon is the also most deeply incised one of this region, and because of its sharp right angular course its behaviour appears to be controlled by tectonism.

Seismic coupling at the interface between two plates is defined as the depth range capable to produced an underthrusting earthquake. Beneath Chile, it is restricted to the depth range of 40-53 km (Fig. 2.2.2). The subduction zone in the surveyed area is characterized by a shallow seismogenic interplate contact, whose seismic coupling occurs up to a depth of 44-49 km (Tichelaar and Ruff, 1991). The nature of seismic coupling in subduction zones can be explained by processes such as vertical transport of material, presence or absence of subducting sediments and phase changes.

The subduction zone along the Chilean margin alternates between comprising a subhorizontal angle of subduction associated with absence of recent volcanism and comprising a steeper angle of subduction with neogene volcanism. The region of Valparaíso (32° - $34^{\circ}S$) coincides with a transition between the two different types of subduction zones. North of $33^{\circ}S$, Nazca plate is being subducted with a subhorizontal angle of subduction; recent volcanism is absent and little sediment input pond at the trench axis. To the south dip of subduction is deeper, active volcanism occurs and a thicker sediment wedge exists at the trench.

Several phenomena could be responsible for the differences in the mode of subduction. It is known that aseismic ridges comprise a density intermediate between typical values for oceanic and continental crust. Therefore, when an aseismic ridge is being subducted, the oceanic slab as a whole is more buoyant than a „normal“ oceanic plate. For this reason it subducts without leaving the contact with the overriding continental plate, so that there no asthenospheric wedge capable to be melted for generating volcanism exists. On the other hand, offshore the Chilean margin, several ridge jumps have been discovered (Cande and Haxby, 1991). When a new ridge appears on old oceanic crust, the new crust is comparatively warmer, which means less dense than the old one. Such segments, where ridge jumps took place, would also subduct with a lesser dip than surrounding segments, which formed at an older mid ocean ridge.

According to Andriessen and Reutter (1991) the magmatic arc of northern Chile has migrated from a position situated in a longitude of $70^{\circ}W$ to the actual position at $68^{\circ}W$ since 160 m.y.. To understand this process, we have to take into account that there is a minimum depth required for reaching the temperature for partial melting of the mantle. In presence of the so called subduction erosion, the margin becomes lighter resultin in uplift. Then, the depth required for partial melting can be reached only at a place located further onshore. Along the Chilean Margin this process takes also place in central Chile. Close to the coast, there is a Jurassic magmatic arc, and further to the East, we find the Andean arc. If we extrapolate the magmatic arc's migration to the Valparaíso region, it means that subduction erosion should have been very significant there.

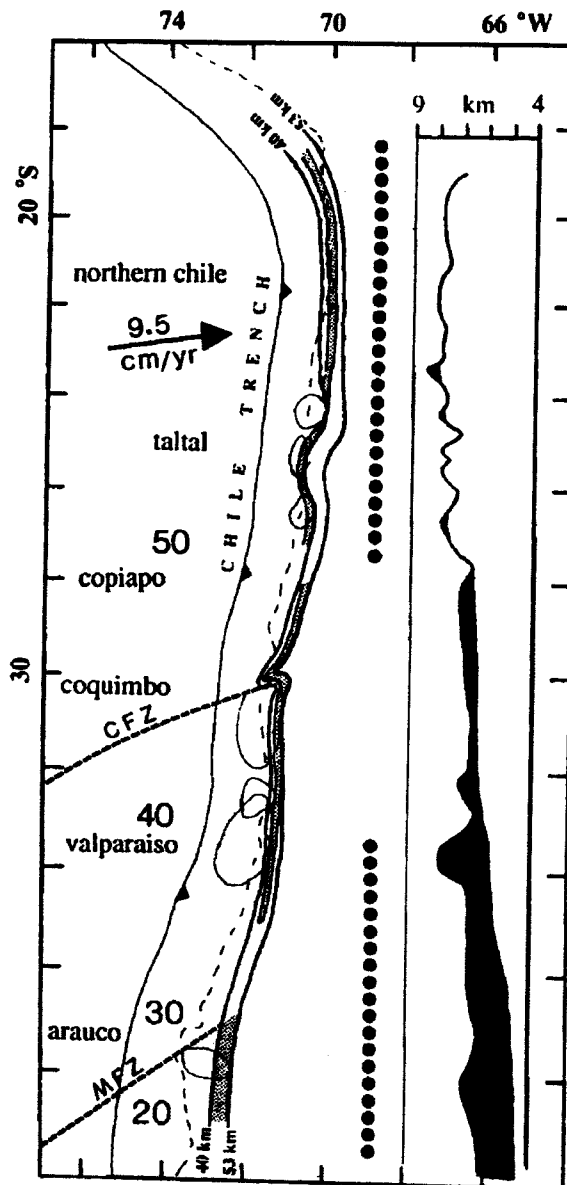


Fig. 16. Summary figure of our results on seismic coupling. The figure shows the maximum depth of seismic coupling (shaded) along the Chilean subduction zone. The 40 and 53 km depth contours of the plate interface are also shown. The large numbers denote the age (in millions of years) of the subducting oceanic lithosphere, and the arrow represents the velocity of the Nazca plate with respect to the South America plate. The names of the six regions are also added. The solid dots schematically show the presence of active and Holocene volcanoes [Sinkin *et al.*, 1981]. The inset on the right shows the oceanic basement depth and terrigenous sediment cover at the trench (solid black) [Schweller *et al.*, 1981]. Note how the change of shallower coupling in the Taltal region (north of 28°S) to deeper coupling in the Coquimbo region (south of 28°S) coincides with a change in the presence of recent volcanoes and with a change in sediment cover.

Figure 2.2.2: Figure 16 from Tichelaar and Ruff (1991) summarizing results on seismic coupling in Chile.

3. Teilnehmer

3.1 Wissenschaftler:

Ernst R. Flüh, GEOMAR, Fahrtleiter
Peter Bergmann, GTG
Jörg Bialas, GEOMAR
Anja Biegling, GEOMAR
Juan L. Diaz Naveas, GEOMAR
Adrian E. Diaz Munoz, DGF
Martin Gerdorf, GEOMAR
André M. Hojka, GEOMAR
Reiner Hoppenworth, GEOMAR
Stephan Husem, GEOMAR
Sebastian Krastel, GEOMAR
Anne K. B. Lefmann, GIUC
Nina Kukowski, GEOMAR
Manfred P. Morawe, GEOMAR
Nieves Vidal Martinez, CSIC
Colin Zelt, RICE

3.2 Besatzung:

Heinrich Bruns	Kapitän
Dierk Kalthoff	1. Offizier
Detlef Korte	2. Offizier
Hans Brandhorst	Funker
Gerd Mecklenburg	Arzt
H. Andreas Martin	Chef-Ingenieur
Dirk Barten	2. Ingenieur
Peter Neumann	2. Ingenieur
Uwe Sandersfeld	2. Ingenieur
Steffen Bekaun	Elektriker
Hilmar Hoffmann	Elektroniker
Helmut Vöhrs	Elektroniker
Stefan Ladage	Systemoperator
Andreas Tank	Systemoperator
Peter Schymatzek	Gerätetechniker
Anton Unterberger	Maschinenmann
Michael Koch	Maschinenmann
Joachim Stenzler	Maschinenmann
Wolfgang Evers	Koch
Rainer Götze	Koch
Werner Slotta	1. Steward
Hans-Jürgen Prechtel	2. Steward
Klaus- Peter Hillmann	2. Steward
Harald Boldt	Bootsmann
Detlef Mahlmann	Matrose
Nils-Arne Aden	Matrose
Wolfgang Reichmacher	Matrose
Peter Rosin	Matrose
Günther Lude	Matrose
Hans Mucke	Matrose

3.3 Adressen der beteiligten Institute

- GEOMAR** GEOMAR
Forschungszentrum für
marine Geowissenschaften der
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Wischhofstraße 1-3
24148 Kiel
Germany
Tel. (49) 431-7202-272
Fax (49) 431-7202-293
e-mail nn@geomar.de
- CSIC** Instituto de Ciencias de la Tierra "Jaume Almera"
c/ Lluís Solé i Sabarís s/n
08028 Barcelona
Spain
Tel. (93) 3302716
Fax (93) 4110012
e-mail nvidal@u.ija.csic.es
- DGF** Departamento de Geofísica
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile
Blanco Encalada 2085 / Casilla 2777
Santiago
Chile
Tel. (56) 2-6966563
Fax (56) 2-6968686
e-mail adiaz@dgf.uchile.cl
- GIUC** Geology Institut Univ. Copenhagen
Østervoldgade 10
1350 Copenhagen K
Denmark
Tel. (45) 35-322452
Fax (45) 35-322499
e-mail anka@seis.geol.ku.dk
- GTG** Geomar Technologie GmbH
Wischhofstraße 1-3
24148 Kiel
Germany
Tel. (49) 431-7209610
Fax (49) 431-7209699
- RICE** Rice University
Department of Geology & Geophysics, MS-126
6100 Main Street
Houston, Texas 77005-1892
USA
Tel. 713-527-4757
Fax 713-285-5214
e-mail czelt@geophysics.rice.edu

4. Fahrtverlauf

SO103 vom 02. bis 20. Juli 1995

(E. Flüh)

Nach erfolgten Aufrüstarbeiten verließ die SONNE am 02.07. kurz nach 13:00 Uhr den Hafen von Valparaiso. Für die Fahrt SO103 waren insgesamt 5 Auslagen von Ozeanbodenhydrophonen und entsprechende Schußprofile vorgesehen. Schon nach wenigen Stunden begannen die ersten Stationsarbeiten mit den seilgebundenen Releasertests. Gegen Mitternacht waren diese beendet, 10 von 13 Geräten hatten einwandfrei gearbeitet. Unterbrochen von einem weiteren Releasertest an der W4 wurden 11 OBH bis zum 03.07 12:00 ausgelegt, anschließend wurden 2 Airguns zu Wasser gebracht.

Die erste Profilfahrt dauerte bis zum 04.07 17:00, dabei traten mehrfach Defekte an den Versorgungsschläuchen auf. Diese wurden meist schnell repariert, im Laufe der Fahrt wurden jedoch auch Verbesserungen an den Schleppvorrichtungen und Verstärkungen an den kritischen Stellen angebracht, so daß diese Störungen auf ein Minimum reduziert wurden.

In der Nacht vom 4/5.07 bis zum Morgen des 06.07 wurden alle 11 OBH geborgen und auf dem zweiten Profil wieder ausgelegt. Die ersten Daten wurden abgespielt und waren von zufriedenstellender Qualität, jedoch waren auch Ausfälle zu beklagen.

Auch beim zweiten Profil traten noch mehrfach Schäden an den Airguns auf, unter anderem riß an einer Kanone die Aufhängung des Zugseils. Sie konnte jedoch unversehrt geborgen werden. Der Test mit einem an einem 1000 m langen Ankerseil verbundenen OBH verlief erfolgreich. Beim Aufnehmen der 11 OBH vom zweiten Profil wurde ein Gerät etwa 2.5 Meilen entfernt an der Oberfläche treibend geborgen, ein Wassereinbruch in den Releaser hatte das Zeitrelease ausgelöst. Ein weiterer Releaser und zusätzlich ein Releasehydrophon waren defekt, so daß für den weiteren Einsatz nur noch 10 Geräte zur Verfügung standen.

Bis zum 09.07 mittags waren alle 10 OBH wieder ausgelegt, es folgte nun bis zum Abend des 13.07 das Abschießen des sternförmigen 3-D Netzes, welches 10 Profile mit insgesamt 400 Meilen Länge umfaßte. Bei absolut ruhiger See wurden zum Schluß erstmals 3 Airguns gleichzeitig eingesetzt. Bei den Profilabschnitten, die innerhalb der Chilenischen Hoheitsgewässer zwischen 3 und 12 Meilen lagen, wurden Parasound und Hydrosweep abgestellt und die Wassertiefen per Hand vom Echolot abgeschrieben.

In der Nacht vom 13/14.07 bis zum Morgen erfolgte im gewohnten Rhythmus das Aufnehmen und erneute Absetzen der OBH auf das zweite Profil, wobei diesmal die Stationslücken aufgefüllt wurden und damit ein mittlerer OBH Abstand von knapp 7 km erreicht wurde. Ein OBH tauchte in der Dunkelheit ohne funktionierendes Blitzlicht und mit abgebrochener Fahne auf, konnte aber durch den Peilempfänger geortet und nach kurzer Zeit gefunden werden. Ein anderes Gerät ließ sich erst nach vielen Versuchen ansprechen, eine anschließende Überprüfung deckte Fehler in den Schwingkreisen des Empfängers auf. Erstmals wurde auch das Vertikalarray ausgebracht, wobei zunächst das notwendige Ankergewicht unterschätzt wurde.

Am 15.07 morgens begann wieder das Schießprogramm, trotz nicht idealer Bedingungen entschlossen wir uns zum Einsatz aller drei Kanonen. Bei zunehmenden Winden von 7 bis 8 verlief alles bis auf ein kurzes Aussetzen der StB-Airgun reibungslos. Nach Erreichen des Profilendes wurde das Profil bis etwa zur Hälfte nochmals abgeschossen, zwischen 18:00 und 19:00 am 16.07 wurden die Kanonen an Deck genommen. Die ersten 4 Geräte, inklusive des Vertikalarrays konnten problemlos geborgen werden, das westlichste Gerät (Position 31) ließ sich jedoch nicht ansprechen. Nach über 5 Stunden erfolgloser Suchkurse wurde das OBH vorerst aufgegeben, mit der Hoffnung auf eine Auslösung durch das Zeitrelease, die für den 20.07 um 8:00 Ortszeit eingegeben war.

Die weiteren OBH am Ostende des Profils wurden problemlos geborgen, alle Geräte hatten die Daten aufgezeichnet, nur das Band der Position 45 ließ sich nicht lesen. Somit stehen für dieses Profil vorerst 19 Sektionen zur Verfügung, die eine detaillierte Auswertung erlauben werden.

Aufgrund der bislang aufgetretenen Fehler wurden alle Kabel der Release-Hydrophone nochmals geprüft, und weitere Kabel mit Kurzschlüssen entdeckt. Diese haben wir im folgenden nicht mehr eingesetzt, somit standen für die letzte Auslage nur noch sechs funktionstüchtige OBH zur Verfügung. Diese wurden am 18.07. morgens bis 04:30 ausgebracht, darunter auch das Vertikal Array. Das Schießen begann mit allen drei Kanonen am Westende um 08:22. Nach Erreichen des Profilendes wurde der südöstliche Teil nochmals abgeschossen. Das Schießprogramm endete am 19.07. um 16:33 nahe der Position 15. Alle Geräte wurden problemlos geborgen und wir erreichten die Position des verlorenen OBH 31 am 20.07. um 07:00, nachdem wir zuvor noch einen Umweg nach Norden gefahren waren, um mögliche Radiosignale eines verdrifteten Gerätes zu orten - leider erfolglos. Ansprechversuche des OBH blieben wiederum über Stunden erfolglos, eine Zeitauslösung um 08:00 war offenbar auch nicht erfolgt. Um 10:30 gaben wir die Suche und das Warten auf, und erreichten Valparaiso wohlbehalten gegen 19:00. Der Gesamtfahrtverlauf ist in Abbildung 4.1 gezeigt.

5. Wissenschaftliche Geräte

5.1 Rechneranlagen

(J. Bialas)

Als Basis für die seismische Datenverarbeitung während der Reise SO103, CONDOR-1B, standen zwei SUN-Workstations zur Verfügung:

- a) SUN-IPC mit 24 MB RAM, 4,5 GB Plattenspeicher, 17" Farbmonitor, Methusalem-SCSI Abspielgerät, Exabyte 8200 Laufwerk, 1/2" Magnetband mit Long-Record-Treiber, CD-ROM Laufwerk und einem Versatec V80 elektrostatischem Plotter,
- b) SUN-LX mit 32 MB RAM, 6,2 GB Plattenspeicher, 17" Farbmonitor, Methusalem-SCSI Abspielgerät, DAT Laufwerk und einem OYO G612 Thermotransferplotter.

Als Arbeitsraum und Standort für das seismische Prozessing wurde das Chemilabor naß ausgewählt. Beide Anlagen wurden in das bordeigene Thinwire-Ethernet Netzwerk eingebunden. Nach der Einrichtung des TCP/IP Netzwerkverkehrs wurde zusätzlich ein 14" NCD14C X-Terminal mit Farbbildschirm aufgestellt. Als weitere Peripherie wurden ein HP-Laserjet und ein HP-DesignJet Drucker im Ethernet installiert. Durch die Unterstützung mit Netzwerkdiensten auf den Sun Computern (NIS, NFS, Automount) konnte allen Nutzern an beiden Systemen gleichzeitiger Zugriff auf die Datenplatten ermöglicht werden.

Noch während der Aufrüstungsphase stellte sich heraus, daß eine wichtige Exabyte Kassette mit Programmen zur Inversionsmodellierung nicht eingelesen werden konnte. Offensichtlich war dieses Band in England mit einer hohen Schreibdichte bespielt worden, die an Bord nicht gelesen werden konnte. Da dem WTD auf SONNE keine Exabyte Laufwerke zur Verfügung stehen, mußte Hilfe von außen kommen. Als einzige Möglichkeit wurde eine Verbindung zur Universität in Santiago angesehen. Trotz des Wochenendes gelang es mit mehreren Telefonaten Emilio Vera zu erreichen. Mit seiner Hilfe wurde in Santiago ein Laufwerk ausfindig gemacht, von dem anzunehmen war, daß es die richtige Schreibdichte verarbeiten konnte. Da FS SONNE am folgenden Mittag auslaufen sollte, war das zeitliche Risiko, einen Wissenschaftler mit der Kassette nach Santiago zu schicken, zu groß. Erneut gelang es durch Emilio Vera einen Fahrer ausfindig zu machen, der am Sonntagmorgen das Exabyte Laufwerk aus Santiago zum Schiff brachte. Hier konnte die Einheit kurzzeitig an die Sun IPC angeschlossen werden. Erfreulicherweise ließ sich die problematische Exabytekassette sofort fehlerfrei einlesen. Nach ca. 30 Minuten war dies abgeschlossen und der Fahrer konnte kurz vor Auslaufen das Schiff mit dem Bandgerät verlassen.

Weitere Bildschirmarbeitsplätze standen durch zwei bordeigene HP Computer, drei DEC X-Terminals, die Text-Terminals vom Typ VTxx im wissenschaftlichen Rechnernetzwerk und Pc's zur Verfügung, von denen jeweils eine Telnet Verbindung zu einem der beiden Sun-Computer aufgebaut werden konnte. An den HP Computern und DEC X-Terminals konnten außerdem die wesentlichen Grafikfunktionen der X-Window Oberfläche genutzt werden. Damit standen schiffsweit 8 graphische Arbeitsplätze für Modellierungs- und Prozessingarbeiten zur Verfügung.

Neben den auf Unix basierenden Sun Rechnern und ihrer Peripherie wurde im Chemielabor trocken ein kleines Apple-Talk Netzwerk installiert. Innerhalb dieses Verbundes standen ein Macintosh PowerPC mit einem 19" Graustufen-Monitor und drei Macintosh Powerbooks zur Verfügung. Über die kombinierte Schnittstelle des HP-LaserJets, die einen gleichzeitigen Zugriff über Ethernet und Apple-Talk ermöglicht, konnten Texte und Grafiken ausgegeben werden.

Die Zentralaufgaben der Sun Anlagen wurde entsprechend der unterschiedlichen Rechenleistung der beiden Anlagen aufgeteilt. Auf der langsameren IPC wurde ein seismisches Modellierungsprogramm installiert (s. Kap. 6.3.3), während die Abspielung der OBH Datenkassetten und das anschließende Prozessing mit Ausgabe

der Seismogrammsektionen auf Plotter an der LX durchgeführt wurde. Das seismische Prozessing erfolgte mit den Programmpaketen GEOSYS und Seismic Unix (SU) (s. Kap. 6.3.2). Die dazu benötigten zusätzlichen Informationen von Schußzeit und Navigation wurden von außen eingebracht. Dabei lag die Ermittlung der Schußzeit im Aufgabenbereich der Geomar Rechnerleistung (s. Kap. 5.3.2), während die Navigationsdateien vom WTD der Sonne auf dem wissenschaftlichen Zentralrechner (Wis-Vax) zur Verfügung gestellt wurden. Die Navigationsdaten wurden ebenso wie die Hydrosweepdaten per Netzwerk an die Sun Computer übertragen und hier auf Datenkassetten gesichert.

5.2 Seismische Datenerfassung

5.2.1 Das GEOMAR Ozeanbodenhydrophon (OBH)

(S. Husen)

Für die Fahrt SO103 standen maximal 13 Ozeanbodenhydrophone (OBH) vom GEOMAR sowie einige Ersatzteile zur Verfügung. Das OBH wurde 1991 bei GEOMAR entwickelt und gebaut. Da es nicht mit einem Seismometer sondern mit einem Hydrophon ausgestattet ist, sollte es nicht, wie häufig geschehen, als OBS (Ocean Bottom Seismometer), sondern treffender als OBH bezeichnet werden. Es kam erstmalig auf der Fahrt SO76 im Januar 1992 zum Einsatz und hat sich nach anfänglichen Schwierigkeiten zu einem verlässlichem System entwickelt. Während der Fahrt SO 103 wurde der dreihunderste erfolgreiche Einsatz gefahren.

Der prinzipielle Aufbau des OBH ist in Abbildung 5.2.1.1. gezeigt. Das Gerät besteht aus einem Zentralrohr, an dessen Spitze der Auftriebskörper aus syntaktischem Schaum befestigt ist (Flueh u. a., 1994). Die Registriereinheit besteht aus einem Hydrophon (Typ E-2PD) der Firma *OAS Inc.* und einem Druckzylinder, der die Aufzeichnungselektronik enthält. Neben den bisherigen Aluminiumzylindern, die bis zu einer Tiefe von ca. 3000m eingesetzt werden können, existieren auch 5 Tiefseezylinder, die wie alle anderen Komponenten dem Druck in 6000m Tiefe standhalten. Als weiteres Element befindet sich unter dem Schwimmkörper die Auslöseeinheit, an der das Ankergewicht, ein etwa 40kg schweres Stück Eisenbahnschiene, befestigt ist. Es wird ein Release-Transponder (Modell RT661CE) der Firma *MORS* verwendet, der über eine portable Auslöseeinheit vom Schiff aus angesteuert wird. Das zugehörige Empfangshydrophon ist oben auf dem Auftriebskörper befestigt. Für eine bessere Ortung an der Wasseroberfläche befinden sich auf der Oberseite des Auftriebskörpers ein Peilsender, eine Blitzlampe und eine Markierungsflagge. Zum Einfangen des Gerätes ist eine kleine Schwimmkugel mit einer Schwimmleine am oberem Ende des OBH befestigt. An Deck werden die Geräte in einem Container mit entsprechenden Aufhängungen gelagert und mit einem Transportwagen zum Kran gefahren. Das OBH mißt inklusive Fahne und Anker 6m in der Länge und wiegt etwa 200Kg beim Absetzen. Die Aufstiegsgeschwindigkeit ist 60m pro Minute bei Verwendung der Tiefseezylinder und 100m pro Minute bei den Aluminiumzylindern. Nachdem Absetzen im Wasser erfolgt vor dem Slippen ein letzter Releasetest, um die Funktionstüchtigkeit des Releasers und des Empfangshydrophons nochmal zu überprüfen. Abbildung 5.2.1.2 zeigt das Gerät beim Aufnehmen. Die empfangenen Signale werden in der Registriereinheit Methusalem der Firma *DELTA* weiter verarbeitet. Sie besteht aus einem Vorverstärker (26 db), einem 13 Bit A/D-Wandler, einem Hochpass und Antialiasfilter und einem Kernspeicher von 0.768 MByte. Die Signale werden mit 800Hz digitalisiert und nach einer FIR-Dezimationsfilterung wird eine Auflösung von 14 bis 15 Bit erzielt. Die Daten werden als 16-Bit Integer-Werte auf DAT-Bänder gespeichert. Dazu werden sie zunächst im Kernspeicher zwischengespeichert und bei vollem Speicher in Blöcken von 0,768 MByte auf das DAT-Band geschrieben. Zur Stromersparnis wird im Audiomodus aufgezeichnet. Als DAT-Rekorder wird das Modell HD-S1 der Firma *AIWA* verwendet. Die gesamte Stromversorgung wird entweder durch gasdichte Bleiakkumulatoren oder Monozellen gesichert. Vor dem

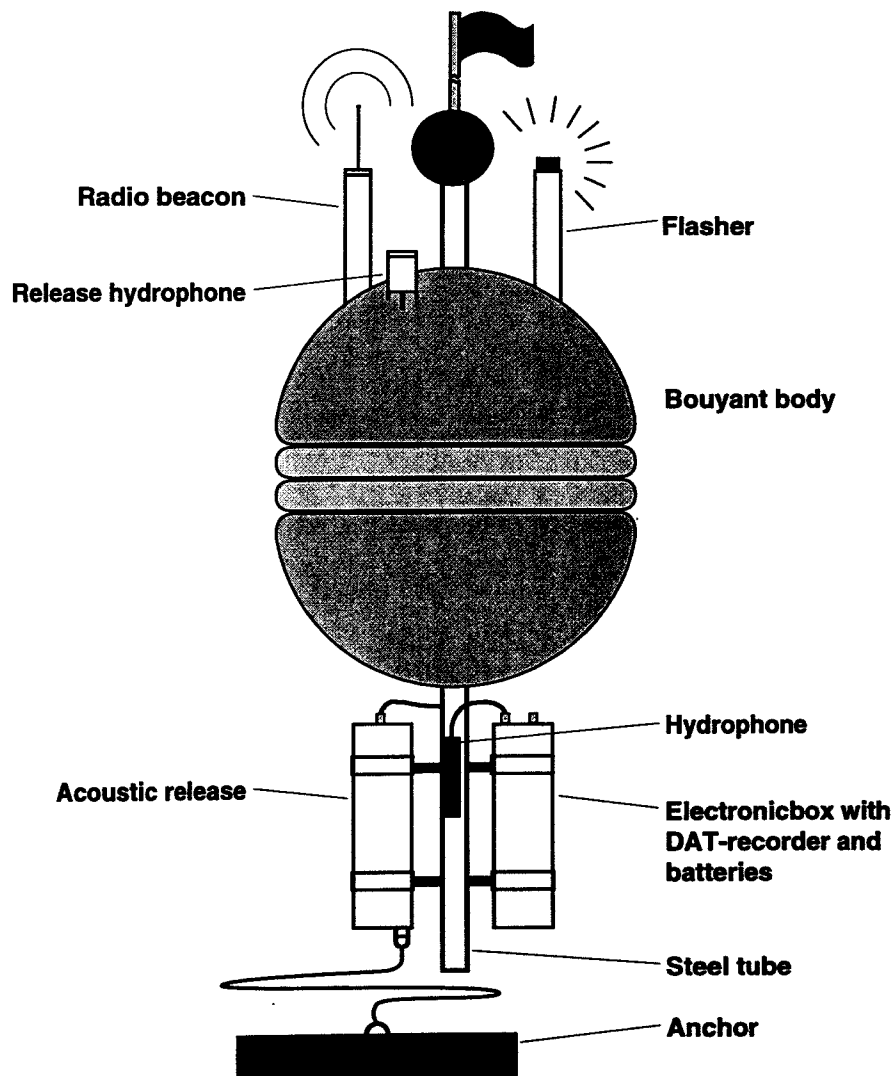


Abbildung 5.2.1.1: Schematischer Aufbau des GEOMAR OBH

Messeinsatz läßt sich der Methusalem über eine RS232-Schnittstelle und entsprechender Software programmieren. Es können 1 bis 4 Kanäle bei variabler Verstärkung und Abtastrate gewählt werden. Zur Zeitsynchronisation enthält das Methusalem ein hochgenaues DTCXO (Genauigkeit: 0.05 ppm). Vor dem Einsatz erfolgt ein Zeitabgleich mit dem nach DCF77 kodierten Zeitsignal, das über ein eigenes GPS-System bereitgestellt wird. Die Bestimmung der Driftrate, die als linear angenommen wird, erfolgt durch einen erneuten Zeitabgleich am Ende der Messung. Sie liegt in der Regel im Bereich von 5 bis 50 ms für 3 Tage. Am Ende der Registrierung werden die Daten vom DAT-Band über eine Abspieleinheit, die eine SCSI-Schnittstelle simuliert, auf die Festplatte einer SUN-Workstation übertragen. Dort werden sie anhand der Schußzeiten und unter Einbringung der Navigationsdaten in SEG-Y-Sektionen konvertiert (siehe Punkt 5.2.3).

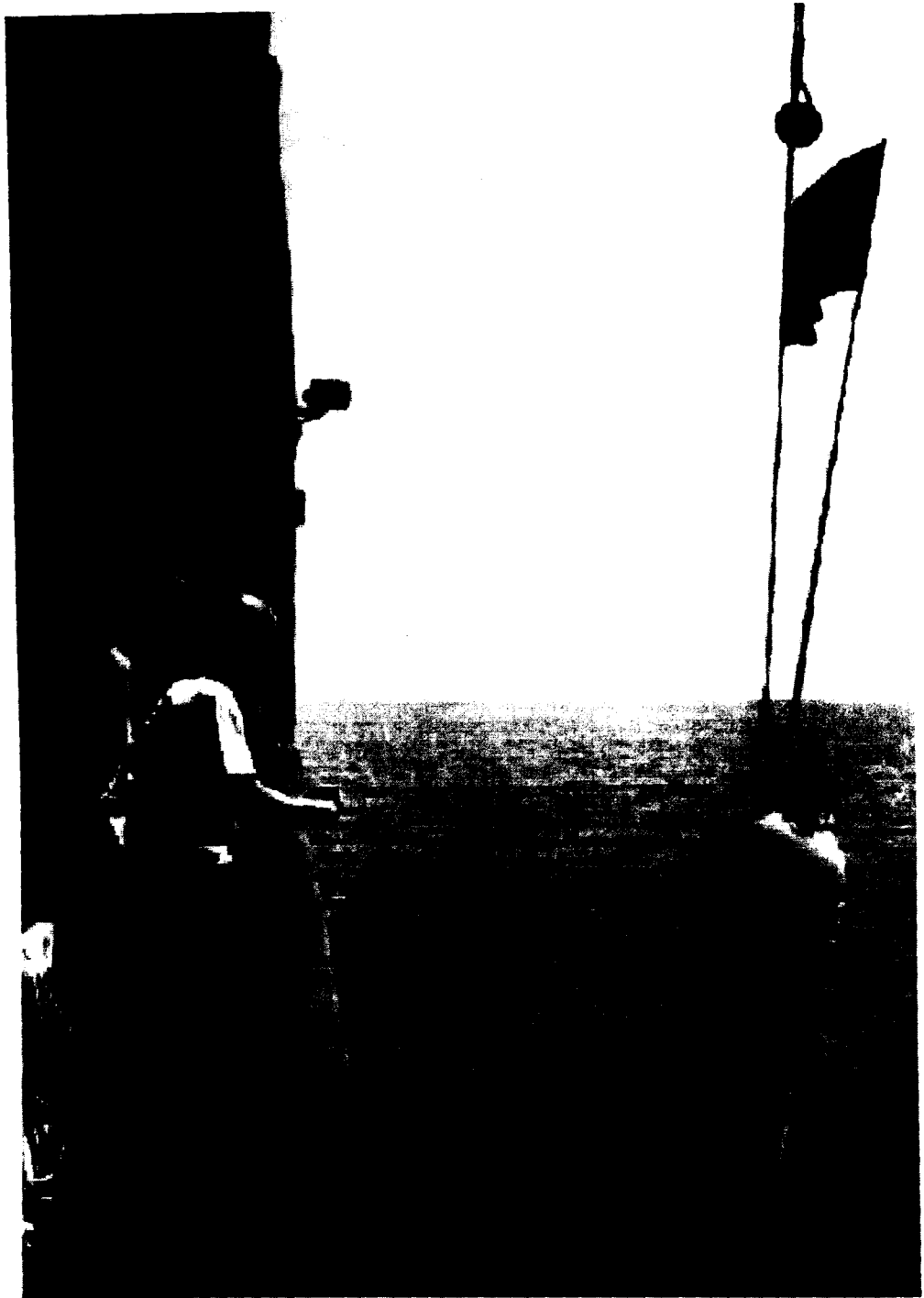


Abbildung 5.2.1.2: Das GEOMAR OBH beim Aufnehmen

5.2.2 Das Vertikal Array

(J. Bialas)

Neben den mit einem Hydrophon bestückten OBH Geräten steht GEOMAR seit kurzer Zeit auch ein Vertikal Array zur Verfügung. Im Einsatz wird dieses Vertikal Array an einem konventionellen OBH befestigt und durch zusätzlichen Auftrieb senkrecht in der Wassersäule aufgespannt. Durch diese Anordnung der Hydrophone werden

Druckwellen im Wasser zeitversetzt an den einzelnen Aufnehmern registriert. Auf diese Weise ist es möglich aufwärts und abwärts laufende Wellen zu separieren. Außerdem kann durch die Laufzeitkorrektur eine Stapelung der gewünschten Einsätze erfolgen und eine Verbesserung des Signal/Noise-Verhältnisses erreicht werden. Mit dem Einsatz während des CONDOR-Experimentes soll die praktische Erfahrung mit dem Umgang dieses Instruments erlangt werden. Außerdem wurde bei diesen ersten Einsätzen das übliche OAS Hydrophon ebenfalls angebaut und unter Verzicht auf den zweiten Kanal des Arrays registriert. Auf diese Weise sollte ein Vergleich zwischen den Aufnahmen der einzelnen Hydrophongruppen des Streamers und dem konventionellen Einzelhydrophon erfolgen.

Das Array hat eine Gesamtlänge von 100 m und ist mit 40 Hydrophonen des Typ Benthos AQ-1 bestückt. Die Signale der Hydrophone werden bereits im Array vorverstärkt. Jeweils 10 dieser Hydrophone sind zu einer Gruppe geschaltet, so daß das Array über vier Kanäle verfügt. Die einzelnen Gruppen haben einen Mittenabstand von 25 m, wobei die erste Gruppenmitte bereits nach 12.5 m erreicht ist. Um Leitungsverluste im Kabel auszugleichen und die Amplituden an die Eingangswerte des Methusalem-DAT anzupassen, wurde ein zusätzlicher Vorverstärker für die vier Arraykanäle bei GEOMAR angefertigt. Dieser liefert gleichzeitig die Versorgungsspannung von ± 12 V für die im Array eingebauten Vorverstärker. Der Strombedarf dieser Einheit wurde im Labor mit ca. 180 mA bei 12 V eingemessen. Dies würde den Strombedarf des Methusalem-DAT entsprechen. Die Verstärkungsstufen der vier Kanäle wurden aus Testgründen zunächst alternierend auf die Faktoren 0.1 und 0.01 festgelegt. Gleichzeitig ist aber eine Regelstrecke im Vorverstärker zuschaltbar, über die bis zum Faktor 1000 verstärkt werden kann.

Aus den Erfahrungen eines ersten Versuches während einer früheren Reise (TICOSECT, März 1995) bietet es sich an, das Array "verkehrt" herum aufzuhängen. In diesem Falle wird der zusätzliche Auftrieb an einem normalen OBH mit befestigt. Das OBH wird nur mit dem Elektronikzylinder bestückt und das Array angekoppelt, sowie die üblichen Erkennungszeichen (Blitzer, Sender, Flagge) angebaut. Am anderen Ende des Arrays wird lediglich ein Halterahmen befestigt, der den Releaser mit seinem Hydrophon aufnimmt. Nachdem der Anker am Releaser befestigt ist, ist das Gerät einsatzbereit. Zum Aussetzen wird nun zuerst das OBH mit zusätzlichem Schwimmkörper ausgesetzt. Während das Schiff sich langsam treiben läßt, gibt man das Array Hand über Hand weiter aus, bis abschließend der Rahmen mit Releaser und Anker in der gewohnten Weise abgesetzt und getestet wird. Bei der Bergung taucht nur das OBH mit den Markierungselementen auf und das Gerät wird in umgekehrter Reihenfolge an Deck gebracht.

Da das Vertikal Array keinen eigenen Auftrieb entwickelt, sondern im Wasser mit einem Abtrieb von etwa 18 kg berücksichtigt werden muß, ist es notwendig den Auftrieb des Geräteträgers zu erhöhen. Da dem GEOMAR zur Zeit nur die Auftriebskörper der Standard-OBH zur Verfügung stehen wurde eine zusätzliche Auftriebskugel (ohne Zwischenscheiben) mitgegeben. Bei diesen ersten Tests wurde der zusätzliche Auftriebskörper mit Drahtseilen neben den des Geräteträgers gebunden. Dies kann aber keine dauerhafte Lösung sein, da die Handhabung an Deck sehr schwierig ist. Zudem bietet diese Art der Befestigung viele Möglichkeiten einer Beschädigung des Auftriebs durch Schlagen in der See während das Gerät an der Oberfläche treibt. Wird das Array routinemäßig eingesetzt, sollte ein Geräteträger angefertigt werden, der einen ausreichend vergrößerten Auftriebskörper trägt. Während der Reise SO103 konnte das Array jeweils beim zweiten Durchlauf der Profile 1 (Station 16) und 2 (Station 41) in jeweils 1747 m und 2787 m Wassertiefe ausgesetzt werden.

Bei der Vorbereitung zum Aussetzen auf dem Profil 2 stellte sich heraus, daß die geplante Befestigung des Arrays am OBH aus Sicherheitsgründen nicht ratsam ist. Sollte durch den vorherrschenden Seegang die Verbindung der beiden Auftriebskörper getrennt werden, so würde das System eventuell den zusätzlichen Auftrieb verlieren und absinken. Aus diesem Grunde wurde das Array selbst an den zusätzlichen Schwimmkörper angeschäkelt. Um die Kabelverbindung zum Elektronikzylinder am OBH zu entlasten wurde die Anschlußleitung zusätzlich mehrfach befestigt. Beim Absetzen wurde zunächst der doppelte Schwimmkörper zu

Wasser gelassen und bei rückwärts treibendem Schiff das Arraykabel aus der Hand nachgesteckt. Dabei war die Position des Schwimmkörpers durch das Blitzlicht jederzeit deutlich zu erkennen. Das Arraykabel wurde durch die Rückwärtsbewegung des Schiffes leicht gespannt, so daß keine Gefahr bestand einen eventuell durchhängenden Kabelabschnitt unter das Schiff zu bekommen. Abschließend wurde der untere Geräteträger mit einem besonders schweren Ankerstück versehen nach gewohntem Schema abgesetzt. Zur Begeisterung aller Beobachter setzte sich der Schwimmkörper auch bald in Bewegung und wurde von dem abtauchenden Array zur Absetzstelle gezogen. Hier verharnte er jedoch und zeigte keinerlei Bestrebung zu Tauchen. Offensichtlich wurde der Auftrieb vom Ankergewicht und Abtrieb des Arrays nicht überwunden. Somit mußte das Gerät kurz nach dem ersten Aussetzen wieder geborgen werden. Nachdem der Schwimmkörper an Deck gehoben war, wurde der Anker abgeworfen, um das Einholen von Hand zu erleichtern. Es zeigte sich, daß diese Arbeit nicht umsonst gewesen war, da sich durch eine ungünstige Zugverteilung des Arraykabels der Stecker vom Elektronikzylinder gelöst hatte. Nunmehr wurde das Array am oberen Auge des zusätzlichen Schwimmkörpers befestigt, um ein solches Verhalten zu vermeiden. Beschwert mit zwei Eisenbahnschienen versank das Gerät dann auf der gewünschten Position. Bei der Bergung wurde der Schwimmkörper wie gewohnt angefahren und an Bord gehoben. Danach wurde im wahrsten Sinne des Wortes das 100 m lange Array mit dem Geräteträger und dem Releaser Hand über Hand eingeholt. Der Methusalem-DAT Rekorder war noch aktiv und sein Setup zeigte eine fehlerfreie Arbeit an. Die mitgegebenen drei Batteriepakete (3×9 Stk. Monozelle = 3×12 V) zeigten jeweils nur noch 11 V Spannung an, so daß in Zukunft mit einer Versorgung von einem Batteriepak je Einsatztag gerechnet werden muß. Dies bedeutet, daß der Stromverbrauch von Array und Vorverstärker größer ist, als er aus den Labormessungen abgeleitet wurde. Abspielungen der einzelnen Kanäle zeigen für das einfache OAS-Hydrophon die gewohnte Datenqualität. Auf den Kanälen des Arrays sind nur schwache Einsätze des Wasserschalls zu beobachten. Bevor das Array zum zweiten Male eingesetzt wurde, sind die Vorverstärker der Arraykanäle stärker eingestellt worden, so daß jetzt die Verstärkung um den Faktor 20 - 100 erhöht wurde.

5.2.3 Aufbereitung der OBH-Registrierungen

(A. Hojka, J. Bialas)

Die auf dem Methusalem Audio-DAT registrierten Rohdaten der OBH-Stationen müssen zur weiteren Bearbeitung in das standardisierte SEG-Y Format umgewandelt werden. Die dazu notwendige Programmstruktur wurde aus den *REFTEK*-Routinen von IRIS in großen Teilen übernommen und in Details an vorgegebene Hardware Plattformen des GEOMAR angepaßt. Die Modifikationen in dem umfangreichen Programm-Paket wurden deshalb hauptsächlich in den zur Registrierung kontinuierlicher Datenströme gedachten Routinen durchgeführt, da unsere Geräte im Dauerregistriermodus arbeiten. Folgender Datenfluß und Programmanwendungen sind dabei einzuhalten (vgl. Abb. 5.3.2.1):

• ref2segy

Das Kopieren der Rohdaten von den DAT-Kassetten auf die Festplatten der SUN-Workstation geschieht mit dem Programm ref2segy. Der Input - die Rohdaten - wird dabei in eine Pseudo - SEG-Y Spur umgewandelt. Sie enthält nur einen Header und einen Kanal wird eine Datei erstellt, die den Namen des Erstellungsdatums (Julianischer Tag, Stunde, Minute), der Gerätenummer (z.B. 0395) und des Kanals (1 bis 4) erhält. Zusätzlich werden noch eine Log-Datei und eine Err-Datei erstellt - wie bei allen anderen Routinen auch -, die das Abspielen mitprotokollieren. Dadurch ist eine

OBH data processing flow

OBH Recorder (Methusalem-DAT)

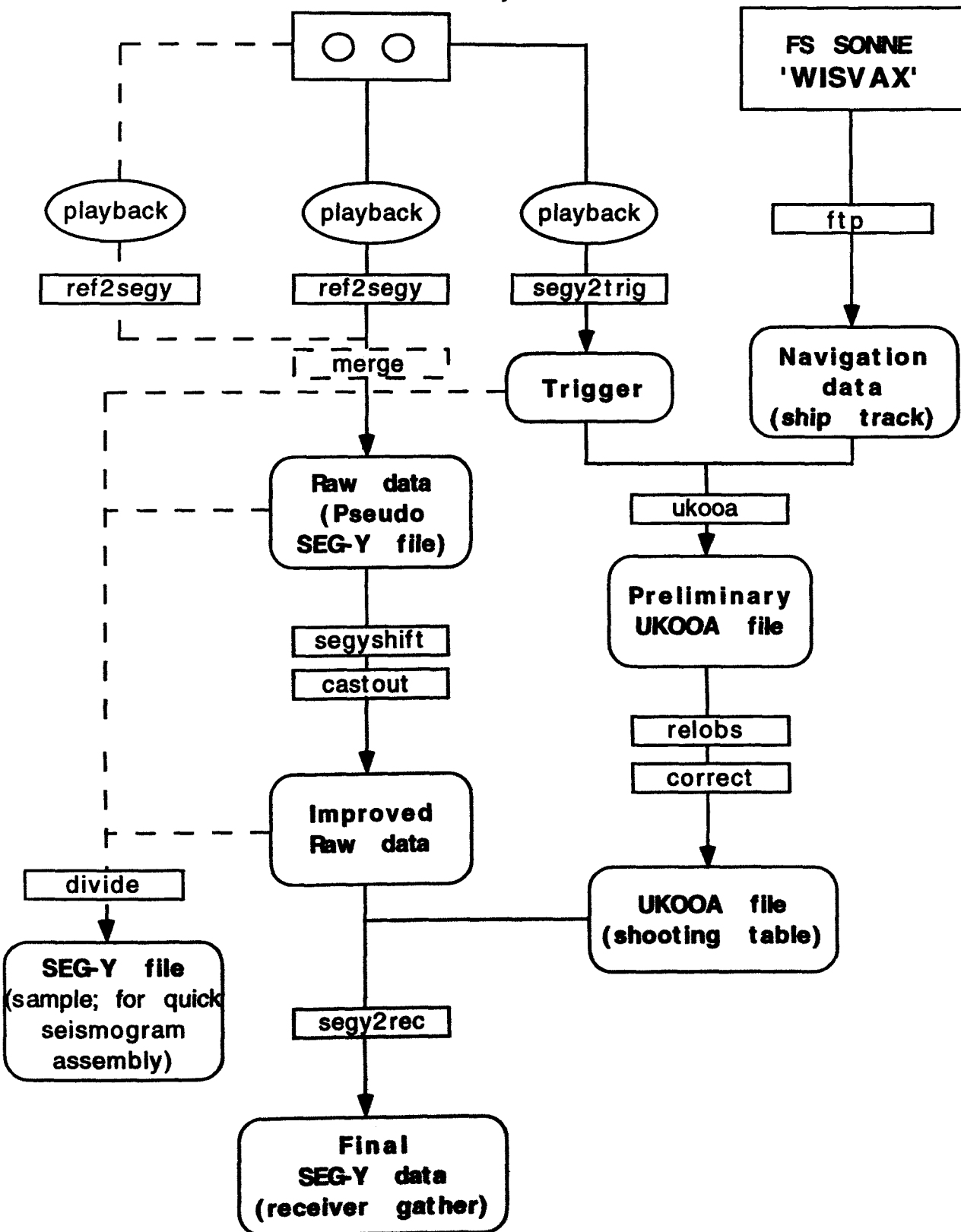


Abbildung 5.2.3.1: OBH-Datenflußschema

möglichst große Reproduzierbarkeit während des gesamten Datenflusses gewährleistet. Eine Stunde Registrierung entspricht bei einer Abtastfrequenz von 200 Hz 1.44 Mbyte pro Kanal. Dies bedeutet bei zwei Kanälen und zwei Tagen Registrierung ein Gesamtvolumen von etwa 70 Mbyte.

• merge

Falls bei der Datenaufnahme oder beim Abspielen der Rohdaten Lücken entstehen, fügt das Programm merge die separaten Datenfiles zu einem zusammen. Die aufgetretenen Lücken werden dabei mit Nullen aufgefüllt oder überlappende Teile, die bei wiederholten Abspielversuchen auftreten können, eliminiert.

• segy2trig

Die Triggersignale, die die Schüsse der Airguns steuern, werden simultan mit einem Methusalem - Rekorder aufgezeichnet. Die Schußzeiten werden wie eine gewöhnliche Datenaufzeichnung abgespielt. Die Routine segy2trig fungiert dabei wie ein Detektionsprogramm, das anhand von Flankensteilheit, Dauer und Schwellwert die Triggersignale auswertet und die zugehörige Zeit als Schußtabelle im ASCII-Format speichert. Die Genauigkeit der Schußzeiten ist für die Refraktionsseismik von enormer Bedeutung. Wir müssen sie mit einer Genauigkeit von 5 ms reproduzieren. Daher besteht noch die Möglichkeit die interne zeitliche Drift des Rekorders zu korrigieren. Als Information in die Trigger-Datei fließen neben der Profilnummer noch die Start/Endzeit des Profils und der Triggeneraufzeichnung ein. Die Triggerdatei stellt einen Baustein der modifizierten UKOOA-Datei dar, die die Koordinaten der Empfänger-Stationen, die Schußkoordinaten und die Schußzeiten einbindet.

• ukooa

Das Erstellen der UKOOA-Datei geschieht mit dem Programm ukooa. Es verbindet die Triggerdatei und die Navigationsdaten, die auf dem FS SONNE in 30 Sek. Intervallen auf dem wissenschaftlichen Bordrechner 'WisVax' zur Verfügung gestellt werden. Weiterhin werden die Navigationsdaten der OBH-Stationen, die beim Aussetzen und Aufnehmen derselben erfaßt werden, benötigt. Alle Informationen werden zu einer Koordinatentabelle im UKOOA-P84/1 Format gespeichert. Nach einem Header mit allgemeinen Angaben zum Profil und den Navigationsquellen sind OBH-Positionen aufgeführt. Erst jetzt kann aus der Pseudo-SEG-Y Datei (vgl. ref2seggy) eine SEG-Y Datei erstellt werden.

• segy2rec

Je nach Vorgabe zerschneidet diese Routine die lange Einzel Pseudo SEG-Y Spur gemäß den in der UKOOA-Datei befindlichen Schußzeiten in Standard SEG-Y Spuren (mit leichten Veränderungen für die Refraktion) in einer 16bit-Darstellung. Eine Korrektur der internen zeitlichen Drift des Rekorders wird hier ebenfalls angebracht. Die o.g. Vorgabe muß die Angaben zur Profilnummer, Station, zum gewünschten Schußfenster, zur Reduktionsgeschwindigkeit, Vorlaufzeit und Spurlänge enthalten. Jede einzelne Spur enthält einen Spurkopf, in dem eine Reihe von Headerwerten gespeichert sind, gefolgt von den Spurdaten. Headerwerte können Schußnummer, Spurnummer, Offset, Vorlaufzeit, Format u.v.m. sein. Die so erzeugten seismischen Spuren werden dann mit dem Programmpaket GEOSYS weiterverarbeitet. Neben den Hauptroutinen 'ref2seggy', 'seggy2trig', 'ukooa' und 'seggy2rec' gibt es noch einige Hilfsprogramme, um gelegentlich auftauchende Probleme zu beheben. Dabei geht es um die Manipulation der abgespielten Rohdaten und die Korrektur von Geometrieinformationen im UKOOA-File.

- **divide**

Dieses Programm kann die Rohdaten in Spuren mit konstantem Intervall vorgegebener Länge aufteilen und im SEG-Y Format abspeichern. Diese Routine ist sehr nützlich für schnelle und einfache Seismogrammontagen, wenn der UKOOA-File noch nicht vorliegt oder um das Triggersignal darzustellen und überprüfen zu können.

- **seghdr**

Eine Liste aller Headerwerte der SEG-Y Daten wird mit seghdr erstellt.

- **segysift**

Die Routine segysift kann die Zeitbasis im Pseudo SEG-Y Datenfile verschieben. So kann leicht die Sommer- oder Winterzeit korrigiert, oder von lokaler Zeit auf UTC-Zeit umgerechnet werden.

- **castout**

Dieses Programm erlaubt es, aus den Rohdaten bestimmte Zeitfenster herauszuschneiden. Dies kann insbesondere dann sinnvoll sein, wenn die Profildauer erheblich kleiner ist als die Aufzeichnungsdauer.

- **relobs**

Aus den Laufzeiten der direkten Welle (Wasserschall) in der Nähe des OBH kann der Versatz des OBH relativ zum Profil bestimmt werden. Dazu sind in der Regel 10 - 20 Laufzeiten von Ersteinsätzen rund um den Apex nötig. Die ermittelten Laufzeiten werden zusammen mit den Positionsangaben abgespeichert. Die Routine relobs bedient sich dann der Datei und errechnet über eine Parabelanpassung die verbesserte OBH-Lokation in Profilrichtung und den seitlichen Versatz aus. Diese neu ermittelten Empfängerlokationen werden dann im endgültigen UKOOA-File gespeichert.

Während SO103 wurden nur unwesentliche Versätze, meist im Bereich von wenigen Metern ermittelt. Dies wird auch nach dem Vergleich von Absetz- und Aufnahme-Position bestätigt.

- **correct**

Einzelne Werte im UKOOA-File können mit diesem Programm korrigiert werden. Hier können z.B. fehlende oder falsche Wassertiefen ergänzt werden.

5.3 Anregung seismischer Wellen

5.3.1 Luftpulser

(S. Krastel, P. Bergmann)

Es konnten während der Ausfahrt 3 Airguns Model CT800 der Firma *BOLT* mit einem Kammervolumen von jeweils 32 Litern eingesetzt werden. Eine der Airguns war vom Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven, ausgeliehen worden. In Abbildung 5.3.1.1 ist eine der Airguns abgebildet.

Die beiden äußeren Kanonen wurden über die Festmacherwinden und Blöcke zu beiden Seiten des A-Rahmens gefahren. Die Schlepptiefe dieser beiden Kanonen betrug 12 m. Die mittlere Kanone wurde mit Hilfe der Geowinde und einen Block über den A-Rahmen ausgebracht und in ca. 8 m Tiefe geschleppt. Um ausreichend Platz für die mittlere Kanone zu schaffen, wurden die beiden äußeren Airguns asymmetrisch aufgehängt, um ein Auseinanderschwenken der Kanonen zu erreichen.

Die Wirkung der asymmetrischen Aufhängung war jedoch nur gering. Daher war es nur bei relativ ruhigem Wetter möglich, mit drei Kanonen gleichzeitig zu schießen. Zusätzlich mußten die Aufhängungen verstärkt werden, da sie der Belastung nicht standhielten. Eine Aufhängung brach wenige Stunden nach Schießbeginn auf Profil 2. Gehalten wurde die Airgun durch die Auftriebskörper; sie war mit dem Schiff nur noch über die Versorgungsleitungen verbunden. Mit bewundernswerter Ruhe und Sicherheit der Besatzung konnte die Airgun nach zwei Stunden an Deck geholt werden.

Weiterhin gab es anfänglich zahlreiche Probleme mit den Versorgungssträngen, da sie immer wieder durchgescheuert waren. Nach verschiedenen Experimenten konnte die Situation wesentlich durch das Anbringen zusätzlicher Auftriebskörper und Verstärkungen an den Versorgungssträngen verbessert werden. Eine weitere Schwachstelle waren die Steckverbindungen der Zündleitungen. Ein Stecker brach während einer Profilfahrt, in andere konnte Wasser eindringen. Bei notwendigen Reparaturen während der Profilfahrten konnten die jeweils anderen Airguns im Wasser bleiben, so daß das Profil nicht unterbrochen werden mußte.

Die Synchronisation der Kanonen wurde mehrfach überprüft. Sie lag immer im ms-Bereich, auf ein ständiges Monitoring wurde daher verzichtet.

Während des gesamten Schießbetriebes wurde von einem Wachgänger das ordnungsgemäße Schießen der Airguns überprüft und Protokoll geführt. Insgesamt sind auf der Ausfahrt SO103 ca. 12000 Airgunschüsse abgegeben worden.

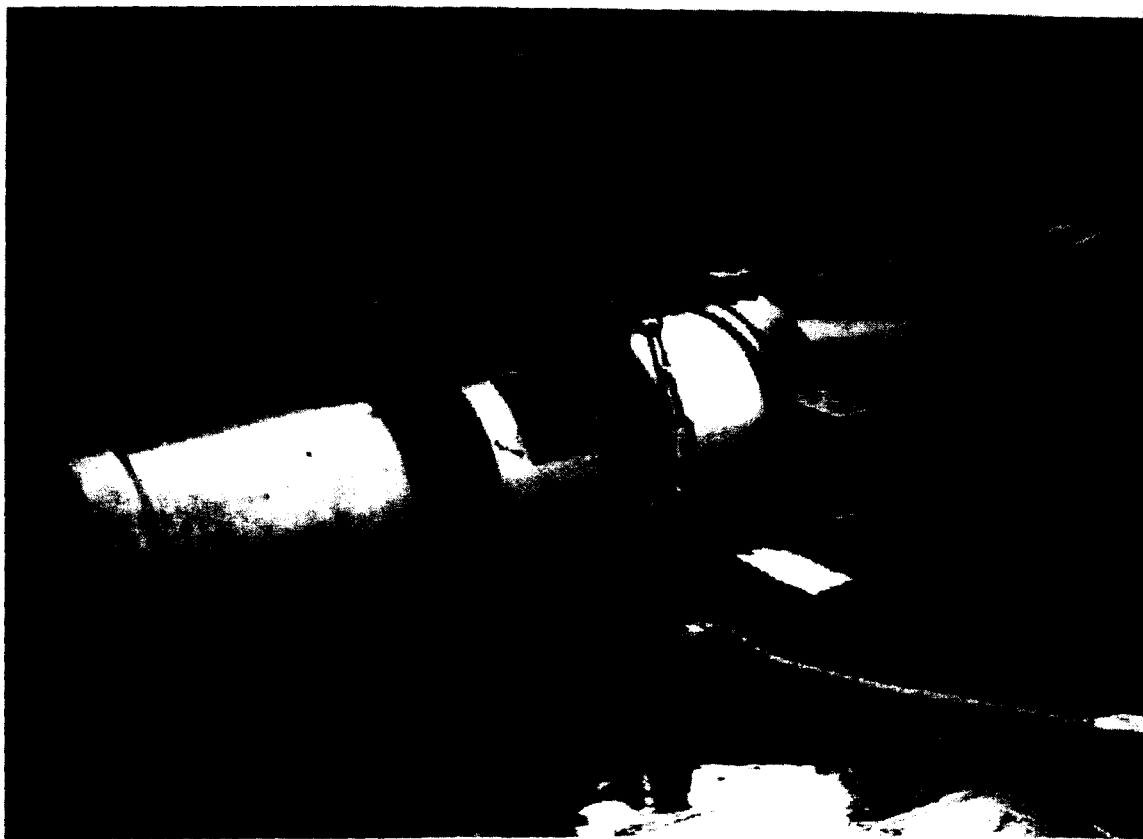


Abbildung 5.3.1.1: Photo der Bolt CT800 32 l Airgun.

5.3.2 Triggersignale

(J. Bialas)

Zusammen mit der Navigationsinformation wurde auch der Triggerimpuls für die Zündung der Airguns von den Bordanlagen des FS Sonne bereitgestellt. Im Geologielabor wurde das Brückensignal aus der ANP-Anlage per Relais an die Pulserstation und das Seismiklabor weitergegeben. Als Pulsabstand wurde ein konstantes Zeitintervall von 60 s gewählt. Die Übertragung des Signales in das Seismiklabor erfolgte mit einem Spannungspegel von 5 Volt und 100 ms Pulslänge. Die Zündapparatur der Airguns wurde parallel dazu über einen Schließer mit ebenfalls 100 ms Dauer versorgt.

Um mögliche Fehler nachvollziehen zu können und später auch einen schnellen digitalen Zugriff, sowie eine gemeinsame Zeitbasis mit den OBH-Uhren zu haben, sollte der Trigger gespeichert werden. Aus diesem Grunde wurde das Triggersignal im Seismiklabor auf einem zusätzlichen Methusalem DAT Rekorder aufgezeichnet. Dieser wurde wie die Geräte in den OBH's vor der Messung mit einem externen GPS Zeitpuls synchronisiert und damit auf die gleiche Zeitbasis geeicht. Die Rekorder verfügen über einen hochgenauen DTCXO Baustein (0,05 ppm), der die Drift der internen Uhr auf etwa 5-10 ms pro Tag beschränkt. Zur Kontrolle wurde zusätzlich der GPS Zeitpuls aufgezeichnet. Dieser wird als pps Signal ausgegeben und enthält Datum und Zeitinformation in kodierter Form (DCF77). Somit ist auch bei einer Störung eine spätere Justierung der Aufzeichnung möglich. Nach Ende der Profilfahrt wurde diese Aufzeichnung in gleicher Weise wie die OBH-Daten abgespielt und auf einer Festplatte gespeichert. Mit dem Detektionsprogramm Segy2trig sind dann die exakten Anfangszeiten der Triggerpulse ermittelt und in einer Liste bereitgestellt worden. Diese Liste wurde zusammen mit den gespeicherten Navigationsdaten der Bordrechner in einem weiteren Schritt eingelesen. Anhand der Schußzeiten interpoliert diese Routine dann die Koordinaten der Schußposition, die abschließend als Schußtabelle im UKOOA-Format ausgegeben wird (s. Kapitel 5.2.3.).

Während der Reise SO103 hat sich auf allen Profilen gezeigt, daß das Triggersignal der Ashtek Anlage den gewünschten Abstand von 60 s nicht kontinuierlich einhalten konnte. In der Regel trat nach einer Zeitspanne von 60 Minuten ein Sprung von 5.5 Sekunden auf. Die Richtung war dabei nicht festgelegt. Es wurden sowohl Intervalle von 65.5 s als auch Intervalle mit 54.5 s beobachtet. Auffallend war, daß diese Verschiebungen häufig in Dreier-Gruppen auftreten. Zwischen diesen Sprungzeiten kam das Triggersignal in dem gewünschten Intervallabstand. Ausfälle des Triggers sind nicht beobachtet worden. Eine Anfrage bei Ashtek durch den WTD blieb während der Reise unbeantwortet. Die einzige Abhilfe wurde durch den Verzicht auf das Ashtek-Signal und den Einsatz einer Mini-T-Decade geschaffen. Somit war ein konstanter Triggerabstand von 60 s gewährleistet.

5.4 Schiffsseitige Ausrüstung

5.4.1 Hydrosweep

(N. Kukowski)

Zur kontinuierlichen, flächenhaften bathymetrischen Vermessung steht an Bord von FS SONNE eine Hydrosweep DS Fächerecholotanlage der Firma Atlas Elektronik GmbH zur Verfügung. Mit insgesamt 59 Schallstrahlen wird bei einem Öffnungswinkel von 90° mit diesem System eine Vermessungsbreite von ungefähr dem Zweifachen der Wassertiefe erreicht, wobei die Genauigkeit bei einem Rollwinkel <10° und einem Stampfwinkel <5° bei etwa 1% liegt. Für den zentralen Strahl liegt die Reichweite bei bis zu 10000m Wassertiefe, für die Randstrahlen bei über 7000m Wassertiefe. Die Wasserschallgeschwindigkeit kann durch einen

Selbstkalibrierungsmechanismus während der Vermessung optimal ermittelt werden bzw. es kann ein Tiefenprofil der Wasserschallgeschwindigkeit, wie es etwa durch eine CTD im Untersuchungsgebiet ermittelt wurde, vorgegeben werden. Die Speicherung der erhaltenen Daten erfolgt kontinuierlich auf Magnetband und optische Platten.

An Bord kann das Postprocessing mit dem Auswertesystem Hydromap 300 der Firma Atlas Elektronik GmbH vorgenommen werden, womit die Daten auch online profilorientiert auf einem Plotter dargestellt werden können. Dieses System kann auch weiter zur interaktiven Bearbeitung der Rohdaten, zur Erzeugung von digitalen Geländemodellen sowie zur Anfertigung von Isolinkarten und dreidimensionalen perspektivischen Darstellungen eingesetzt werden.

5.4.2 Parasound

(N. Kukowski)

Mit dem parametrischen Echolot Parasound der Firma Krupp Atlas Elektronik können die meeresbodennahen Sedimentschichten bis zu Tiefen von einigen Dekametern, maximal bis etwa 100m durchschallt werden.

Im Gegensatz zu herkömmlichen 3.5-kHz-Systemen basiert hier die Schallerzeugung auf der Überlagerung von zwei hochfrequenten, eng gebündelten Wellen ähnlicher Frequenz (18 - 23 kHz) und führt zur Ausbildung eines niederfrequenten Signalanteils. Die Eindringtiefe der parametrisierten 2.5 bis 5.5 kHz Welle ist genauso groß wie bei 3.5 kHz Systemen; durch die enge Bündelung wird jedoch ein schärferes Bild der Morphologie und der Sedimentstrukturen erhalten. Der Öffnungswinkel des Abstrahlkegels der Schallwelle beträgt etwa 4°, woraus eine Vermessungsbreite von 7° der Wassertiefe resultiert. Daher hängt die Qualität der Daten stark von der Morphologie ab, vor allem bei größeren Hangneigungen ist die Datenqualität daher oft sehr unbefriedigend. Ebenso erhält man bei hohen Schiffsgeschwindigkeiten keine guten Daten.

Die Parasoundsignale werden mit Hilfe des Programmsystems PARADIGMA (Parasound Digitalisierungs- und Mehrkanal Auswertesystem, V. Spiess, U Bremen) registriert, im SEG-Y Format auf Magnetband geschrieben, so daß eine spätere Bearbeitung mit seismischen Prozessingsystemen möglich ist. Gleichzeitig können sie online auf einem Farbplotter dargestellt werden.

6. Durchgeführte Arbeiten und erste Ergebnisse

6.1 Hydrosweep

(N. Kukowski, A. Díaz, J. Díaz, M. Morawe, C. Zelt)

Die flächenhafte bathymetrische Kartierung des gemeinsamen Untersuchungsgebietes im Bereich des chilenischen Kontinentalhangs zwischen 32°S und 34°S war eines der Hauptziele des ersten Fahrtabschnittes der Ausfahrt SO101. Daher lag schon eine gute Kartengrundlage für die Planung der seismischen Arbeiten vor.

Ziele der bathymetrischen Vermessungen während SO103 waren die Ermittlung der Wassertiefen auf den seismischen Profilen für das Prozessing der seismischen Daten und die Füllung einiger noch bestehender Lücken in der flächenhaften Vermessung. Die Datenaufnahme erfolgte kontinuierlich während der gesamten Ausfahrt, die Unterteilung in einzelne Profile wurde dergestalt vorgenommen, daß die seismischen Profile, Transits und neuen Profile in den vorhandenen Datensatz aufgenommen werden können, um weitere Stützstellen für die Isolinienberechnung zu haben. Als Grundlage für die Berechnung der Wassertiefen wurde das bei SO101 mit der CTD ermittelte Wasserschallgeschwindigkeitstiefenprofil zugrunde gelegt. Da die Daten bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten (etwa 11-12 kn bei Transits, 3.5 kn auf den seismischen Profilen) aufgenommen wurden und zudem einige Profile mehrfach gefahren wurden, können diese Daten zur Qualitätsanalyse, Ermittlung etwaiger systematischer Fehler und bei der weiteren Entwicklung des Postprozessings an Land herangezogen werden.

Der Transit von Profil 2b zu 1b wurde direkt außerhalb der 12nm Zone so gefahren, so daß ein neues Profil für die bathymetrische Karte aufgenommen werden konnte. Die Hydrosweepanlage arbeitete während der gesamten Ausfahrt einwandfrei, die online Bildschirmaufzeichnung weist auf gute Datenqualität und konsistente Ergebnisse hin. Beim zweiten Schießen des zweiten Profils jedoch wurden im Bereich des Tiefseegrabens kurzzeitig und sprunghaft sehr unrealistische Tiefenwerte von über 6400 m erhalten. Danach sprangen die Werte wieder auf realistisches Niveau. Einmal wurden sogar Tiefen bis 13000 m angezeigt. Die Ursache dieses einzigen Problems bei der Aufnahme der bathymetrischen Daten liegt wahrscheinlich im schlechten Wetter.

Alle aufgenommenen Daten wurden über das Netz auf DAT-Kassetten überspielt, um sie nach Ende der Fahrt sofort an Land in die vorhandene Datenbasis aufnehmen und bei GEOMAR prozessieren zu können.

6.2 Parasound

(N. Kukowski, A. Díaz, J. Díaz, M. Morawe, C. Zelt)

Ziel der Parasoundaufzeichnungen war es, die Umgebung der OBH-Absatzstellen sedimentechographisch zu erkunden. Zusätzlich wurden die Bildschirmaufzeichnungen kontinuierlich beobachtet und in lohnenswerten Fällen aufgezeichnet, so daß über 100 einzelne Profile erfaßt wurden.

Als Grundkonfiguration wurden eine Grundfrequenz von 4kHz, eine Pulslänge von 1 ms sowie ein Tiefenintervall von 200 m gewählt, weitere Einstellungen (erfaßter Tiefenbereich, gain etc.) den örtlichen Gegebenheiten angepaßt. Die Daten wurden jeweils auf dem Papierschrieb erfaßt sowie mit Hilfe von PARADIGMA 4.0 auf dem Farbplotter ausgegeben und auf Magnetbändern gespeichert.

Wie zu erwarten war und sich schon bei SO101 gezeigt hatte, wurden in den steileren Hangbereichen kaum gute Parasoundsignale registriert. In den sanfter geneigten

Hängen sowie in den nahezu ebenen Partien im Bereich des Chilegrabens und des Valparaiso Beckens lag die Eindringtiefe der Parasoundsignale im Mittel bei 20 bis 30 m, nur selten bei bis zu 40m.

Eine deutliche Korrelation der Qualität der seismischen Daten mit den Charakteristika läßt sich nicht herstellen, jedoch lagen einige der OBH mit schlechten Daten in den ebeneren, sedimentreichen Bereichen, während die Lage an sehr steilen Abschnitten des Hangs die Qualität der seismischen Daten nicht negativ zu beeinflussen scheint.

In den folgenden Abbildungen sind einige Beispiele der erhaltenen Parasounddaten dargestellt und diskutiert. Für Profil 1 wurde das OBH 7 ausgewählt, das eine schlechtes Signal - Noise Verhältnis aufweist. Es war an einen steileren Hangabschnitt in Bereich eines lokalen Plateaus positioniert. Unterhalb der obersten Schicht ist eine fast transparente zu erkennen, darunter wieder zwei schwache Reflexionen (Abb. 6.2.1). Die OBH 35 und 42 auf Profil 2 liegen beide in Gebieten mit unruhiger Morphologie (Abb. 6.2.2), wobei kaum interne Strukturen im durchdrungenen Tiefenintervall des Sediments zu erkennen sind. Dagegen weist die Umgebung der Lokationen von OBH 45, 46 und 47 eine deutliche Schichtung (Abb. 6.2.3) in den obersten Metern auf. Die Eindringtiefe des Parasoundsignals ist hier trotz der nahezu ebenen Morphologie recht gering.

Im nordöstlichen Teil des ersten Profils des 3D Experimentes wurden gute Signale in einem fast ebenen Abschnitt empfangen, wo die größten Eindringtiefen von etwa 50 Metern dieser Ausfahrt erreicht wurden (Abb. 6.2.4). Man erkennt deutlich eine gut geschichtete Sequenz, wobei die einzelnen Lagen parallele leichte Verbiegungen aufweisen.

Häufig anzutreffen war eine kissenartige Morphologie wie in der Nähe der Lokation von OBH 64, wo eine Schichtung nur in den obersten Metern zu erkennen ist (Abb. 6.2.5), bei insgesamt mittleren Eindringtiefen.

Ein Beispiel für eine relativ transparente obere Schicht findet sich am Anfang von Profil 2b (Abb. 6.4.6), wo abschnittsweise große Eindringtiefen erreicht wurden. Die Schichtung verläuft hier nicht immer parallel.

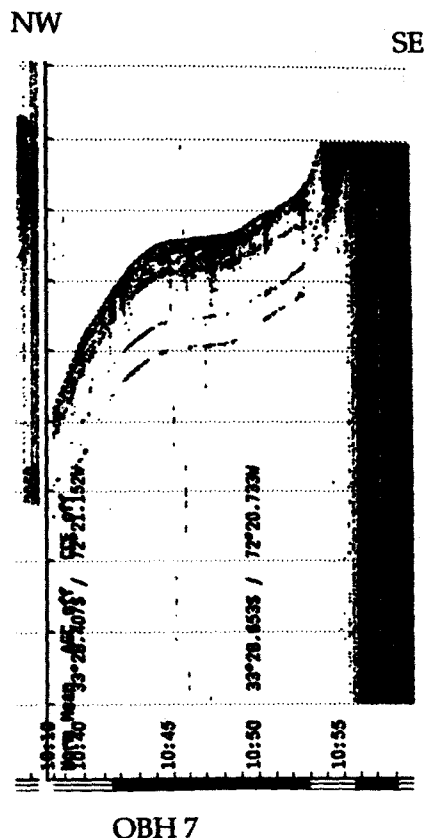


Abbildung 6.2.1: Parasoundsektion der Umgebung der Lokation von OBH 7.

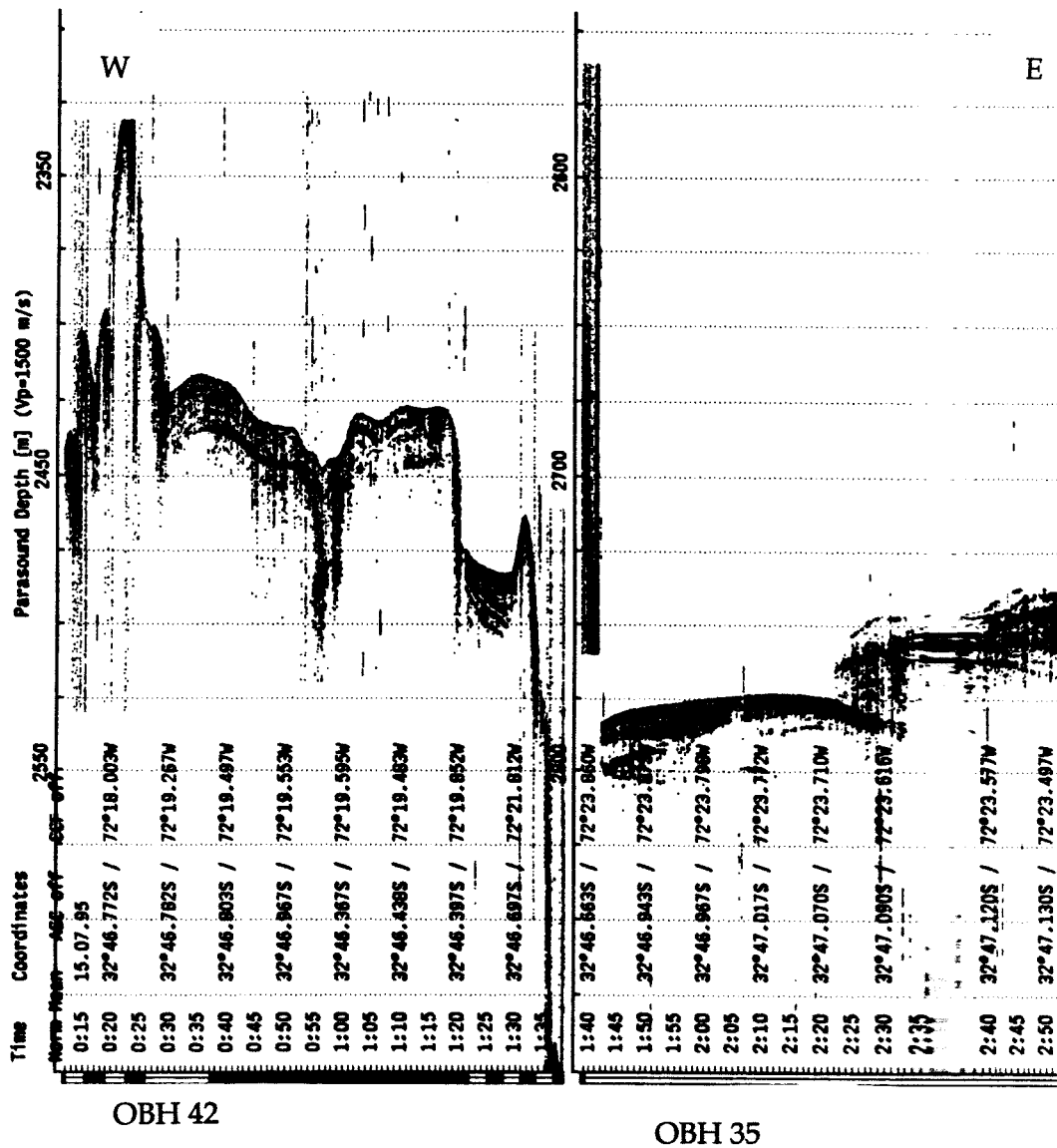


Abbildung 6.2.2: Parasoundsektion der Umgebung der Lokationen von OBH 35 und 42.

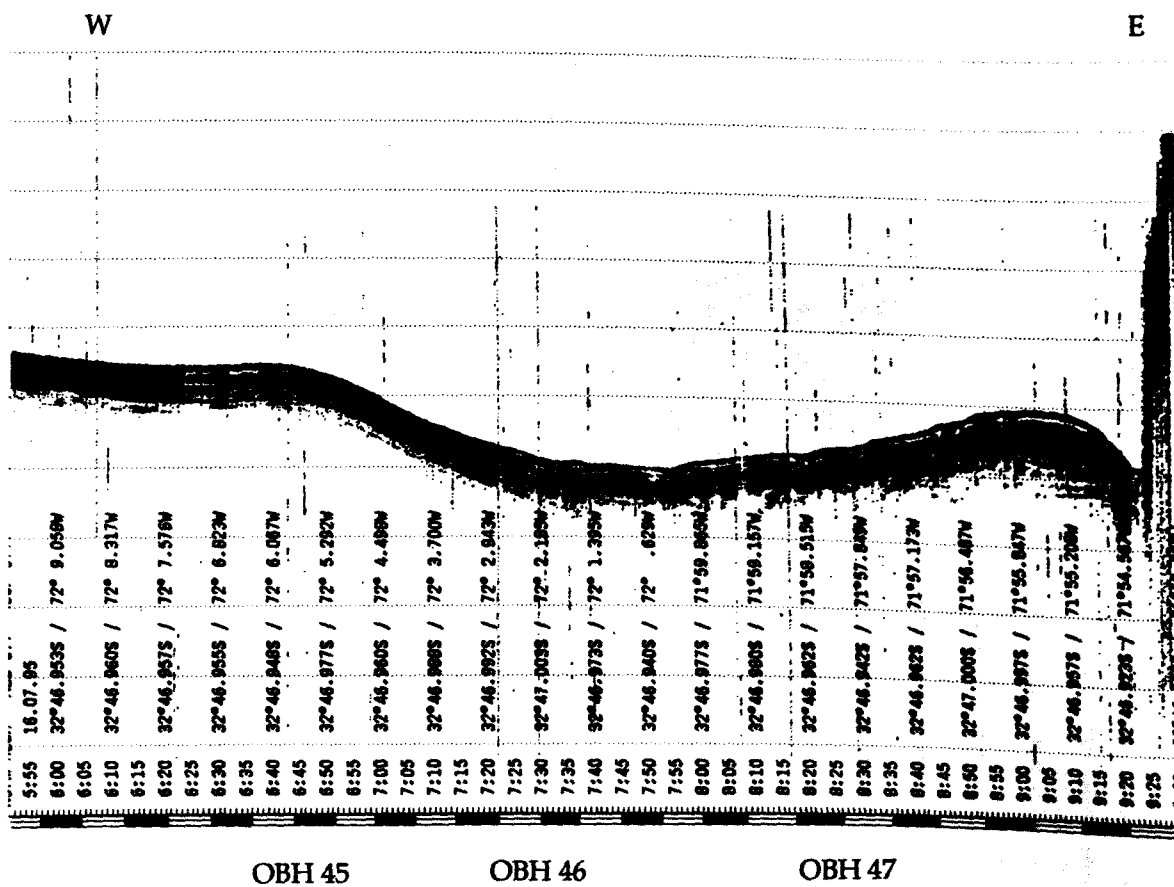


Abbildung 6.2.3: Parasoundsektion der Umgebung der Lokationen von OBH 45, 46, 47.

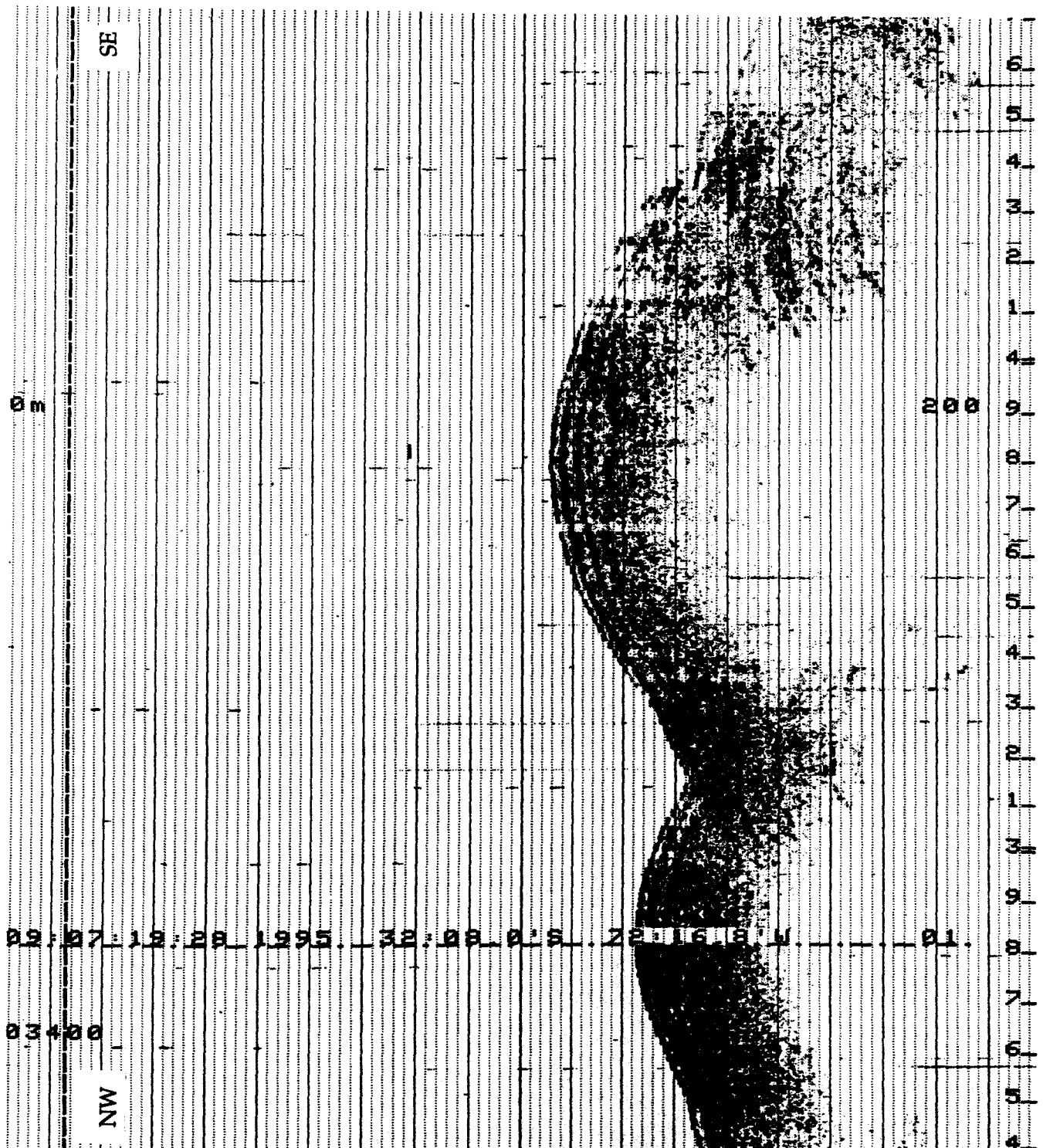


Abbildung 6.2.4: Parasondsektion nahe der Lokation von OBH 64. Die durchgezogenen horizontalen Linien haben einen Tiefenabstand von 10 Metern, etwa 100-fache Überhöhung.

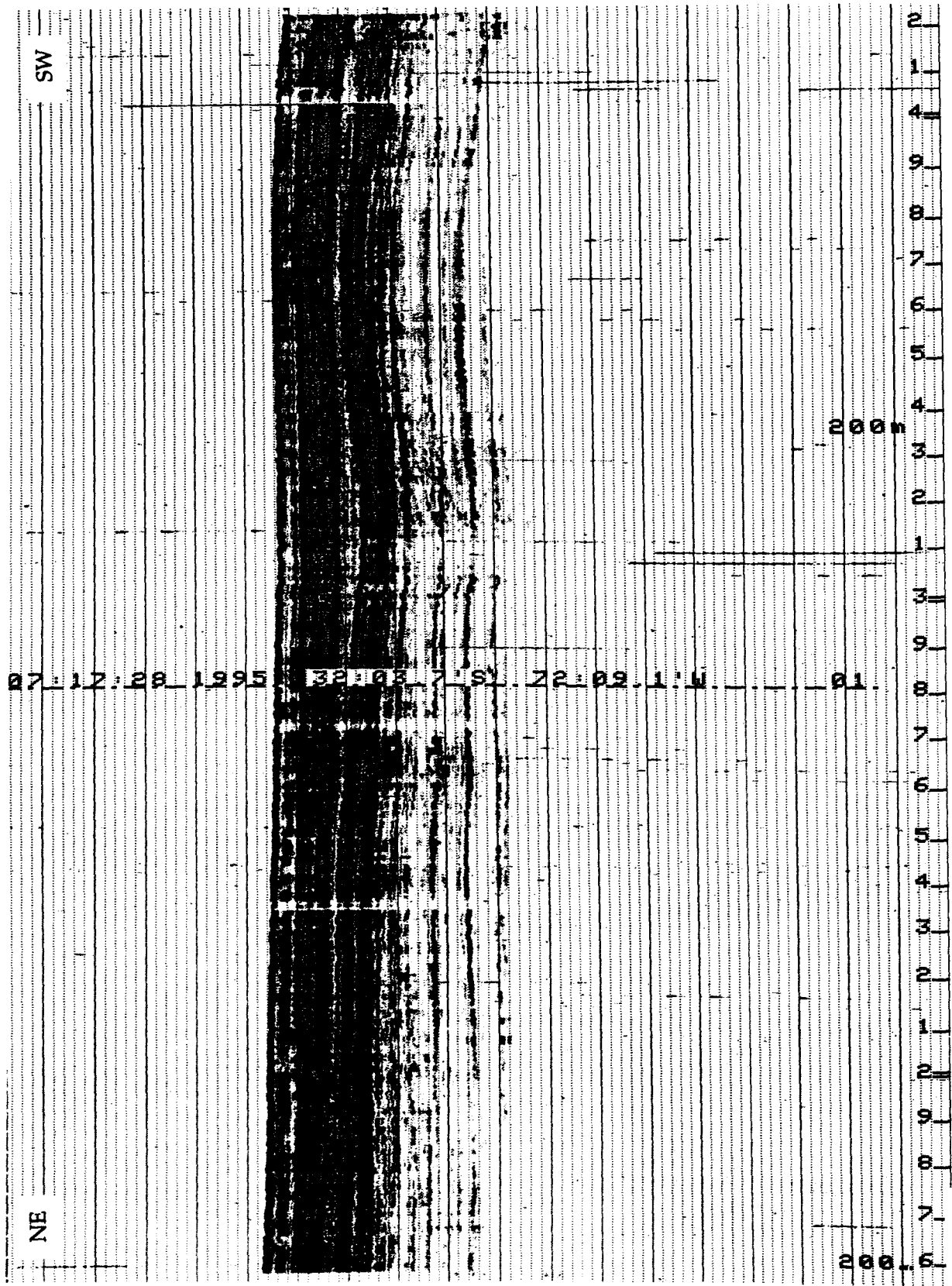


Abbildung 6.2.5: Parasoundsektion auf dem ersten Profil des 3D Experimentes in der südwestlich der lokation von OBH 71. Die durchgezogenen horizontalen Linien haben einen Tiefenabstand von 10 Metern, etwa 100-fache Überhöhung.

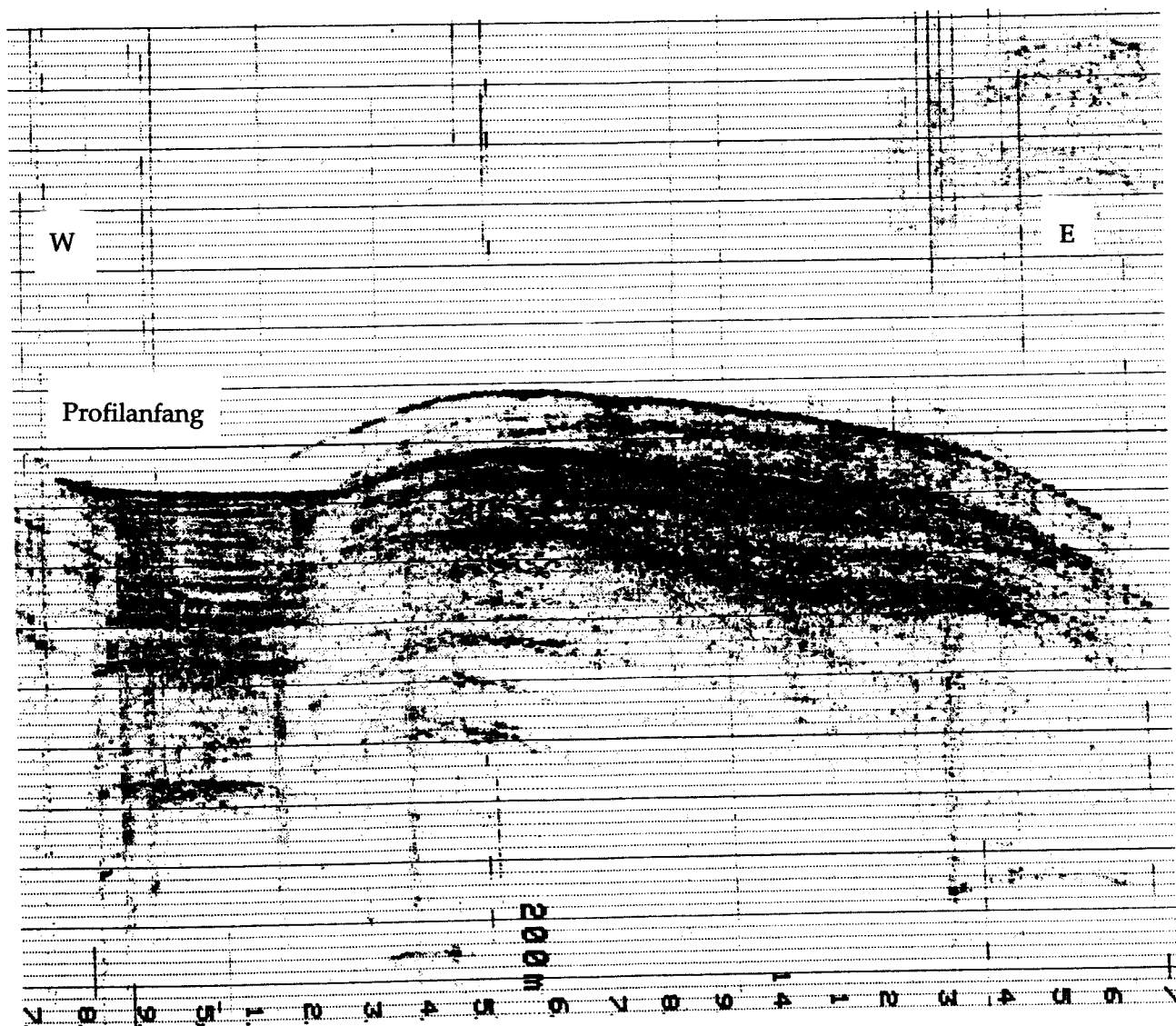


Abbildung 6.2.6: Parasoundsektion des seewärtigen Anfangs von Profil 2b. Die durchgezogenen horizontalen Linien haben einen Tiefenabstand von 10 Metern, etwa 100-fache Überhöhung.

6.3. Refraktionsseismische Messungen

6.3.1 Einleitung

(E. Flüh)

Die Fahrt SO103 war als reine Weitwinkelseismik-Fahrt geplant. Es war vorgesehen zwei Profile engabständig aufzunehmen und ein sternförmiges Netz in einer quasi 3-D Fläche zu vermessen. Daneben sollte Hydrosweep permanent und Parasound an interessanten Stellen aufgenommen werden. Für die Datengewinnung standen 13 GEOMAR OBH zur Aufnahme und drei 32 ltr. Kanonen zur Anregung seismischer Wellen zur Verfügung. Es wurden eigene Rechner an Bord installiert, um die seismischen Daten darzustellen und bearbeiten zu können, sowie erste Interpretationen vorzunehmen. Alle Geräte sind in Kapitel 5 beschrieben.

Die Voruntersuchungen der Fahrt SO101 (von Huene u. a., 1995), bei der bathymetrische und hochauflösende Reflexionsdaten gewonnen wurden, bildeten die Grundlage für eine sorgfältige Lokationsauswahl der Profile und auch der Absetzpositionen, besonders steile Hänge wurden vermieden. Dies wird die Berechnung der statischen Korrekturen für die Wassertiefe an den Schußpunkten wesentlich erleichtern. Auch können Seiteneffekte so gut wie möglich vermieden werden. Weiterhin ermöglicht die bathymetrische Karte, die Profile wirklich senkrecht zum Streichen zu legen. Das südliche Profil wäre, wenn es nur auf der Datenbasis der Karte von Schweller u. a. (1980) gewählt worden wäre, ebenfalls genau in Ost-West Richtung gelegt worden, da dies auch die allgemein akzeptierte Konvergenzrichtung der Nazca und Südamerikanischen Platte ist (DeMets u. a., 1990).

Die Auflösung seismischer Weitwinkeldaten wird häufig überschätzt. Sie sind sicherlich das beste Verfahren, um seismische Geschwindigkeiten zu bestimmen und damit eine petrophysikalische Interpretation zu ermöglichen. Es werden jedoch immer nur Mittelwerte für ein bestimmtes Intervall gefunden. Es werden zusätzliche Daten benötigt, um die Auflösung zu steigern. Dazu sind in erster Linie reflexionsseismische Daten heranzuziehen, die eine gute Strukturauflösung ermöglichen, allerdings im Weg-Zeit Bereich, so daß eine Tiefenkonversion nicht exakt möglich ist. Für die detaillierte Interpretation der hier gewonnenen Daten ist es daher von unschätzbarem Wert, daß auf der kommenden Ausfahrt SO104 CINCA von der BGR, Hannover, tiefenreflexionsseismische Daten entlang der beiden Profile 1 und 2 aufgenommen werden sollen. Diese werden zusammen mit den hier aufgezeichneten Daten erst das optimale Bild liefern.

Ein Ziel der seismischen Messungen ist es, das gewonnene Geschwindigkeitsfeld für eine exaktere Lokalisierung der Mikroerdbeben zu nutzen. Diese werden in der Regel nur an Land registriert und liegen damit häufig außerhalb des Netzwerkes. Es ist daher vorgesehen im Herbst 1995 zusammen mit dem geologischen Dienst Chiles (SERNAGEOMIN) und dem Hydrographischen Dienst (SHOA) die OBH für etwa einen Monat zu Dauerregistrierungen der natürlichen Mikroseismizität einzusetzen. Mit dem dann vorliegenden genauen Geschwindigkeitsfeld können sie viel genauer als bislang lokalisiert werden. In Kapitel 6.3.5 werden Beispiele von Mikrobebenregistrierungen beschrieben.

Die Arbeitsplanung sah vor zunächst jeweils die beiden langen Profile einmal zu belegen, um dann nach Auswertung der ersten Daten beim zweiten Durchgang Geräte an kritische Lokationen zu platzieren und die Profillänge zu optimieren. Durch die schnell Bearbeitung der Daten nach dem Aufnehmen der Geräte war dies möglich. Einige Fehler wurden erkannt und konnten teilweise behoben werden.

Der Arbeitsablauf für die einzelnen Profile und alle gewonnenen Daten sind unter Punkt 6.3.4 dargelegt. In zwei einleitenden Kapiteln werden die Interpretationsverfahren sowie die zur seismischen Datenbearbeitung angewandten Prozesse erläutert. Bei den Interpretationsverfahren wird auf die mögliche Auflösung durch die 3-D Messung detailliert eingegangen. Ein abschließendes Kapitel faßt die Ergebnisse zusammen und gibt einen Ausblick und Empfehlungen für kommende Untersuchungen.

6.3.2 Seismische Datenbearbeitung

(M. Morawe)

Ziele der Datenbearbeitung

Durch die Datenbearbeitung an Bord ist eine schnelle Überprüfung der Datenqualität möglich. Fehler in den bei der Messung benutzten Geräten oder Verfahrensfehler bei der Messung können erkannt und für die folgenden Profile behoben werden. Profilabspielungen ermöglichen eine erste Interpretation an Bord. Die bearbeiteten Daten können als Plattenfiles interaktiven Interpretationssystemen bereitgestellt werden. Die Bearbeitung wurde mit dem von Prakla-Seismos entwickelten Processing-System GEOSYS und dem public-domain SEIS-UNIX Programmpaket durchgeführt.

Standardbearbeitung

Für jedes Profil wurde für alle Stationen (OBH) mit geringem Abstand zum Profil eine Standardbearbeitung durchlaufen, die nach mehrfachen Testreihen für alle Daten beibehalten wurde und folgende Bearbeitungsschritte enthielt:

- 1.) Einlesen der Daten
Die bei der Aufbereitung der OBH-Registrierungen mit segy2rec erstellten Daten wurden im SEG-Y-Format eingelesen. Die Eingabedaten waren in segy2rec mit einer Reduktionsgeschwindigkeit von 6000 m/s korrigiert und in einem Zeitfenster von -5 bis +20 Sekunden ausgegeben worden.
- 2.) Statische Korrektur und Reduktion der Bearbeitungslänge
Tests ergaben, daß bei einer Wassertiefe des OBH von über 3000 m in einem Zeitfenster von 1 bis 11 Sekunden, bei geringeren Wassertiefen von -1 bis +9 Sekunden alle interessierenden Daten enthalten waren. Es wurde deshalb für Wassertiefen über 3000 m eine statische Korrektur von -6000 ms, bei den anderen Wassertiefen eine von -4000 ms durchgeführt und danach die Bearbeitungslänge von 25 auf 10 Sekunden reduziert.
- 3.) Bandpaßfilter
Frequenzanalysen ergaben ein Maximum der Nutzfrequenz bei größeren Entfernungen zwischen 8 und 10 Hz. Zur Unterdrückung der Störfrequenzen wurde deshalb ein Bandpaßfilter mit den Flanken 3-5 und 12-16 Hz angewendet.
- 4.) Änderung der Samplingrate
Zur Beschleunigung der weiteren Bearbeitungsschritte und zur Einsparung von Plattenplatz wurde die Samplingrate auf einen für die reduzierten Frequenzen ausreichenden Wert von 10 ms geändert.
- 5.) Spurmischen
Zur Verbesserung des Signal/Noise-Verhältnisses der wenig geneigten Einsätze bei größeren Entfernungen wurde zwischen Spuren aus benachbarten Schüssen eine Mischung durchgeführt. Eine 1,2,4,2,1-Mischung führte zu guten Ergebnissen. Abbildung 6.3.2.1 zeigt die Verbesserung der Nutzenergie im Verhältnis zum Noise durch Spurmischung im stationsfernen Profilbereich.
- 6.) Stapelung von Spuren in Entfernungsintervallen
Es wurden alle Spuren zusammengestapelt, deren Entfernungen zwischen Schuß und Empfänger in einem vorgegebenen Intervall lagen. Wenn der Empfänger (OBH) in geringem Abstand zur Schußlinie liegt, erhält man damit eine maßstabsgetreue Darstellung der Profillinie. Aus der Geschwindigkeit des Schiffes während der Messung von 3,5 bis 4 Knoten und einem Schußintervall von 60 Sekunden ergibt sich ein Schußabstand von 100 bis 120 Metern. Die Intervallgröße muß deshalb über 120 Meter gewählt werden, um Leerspuren zu vermeiden. Um die Qualität der ungemischten Bearbeitung (2.8) zu erhalten und in beiden Bearbeitungen mit gleicher Intervalllänge zu arbeiten, wurde die Intervallgröße 160 m

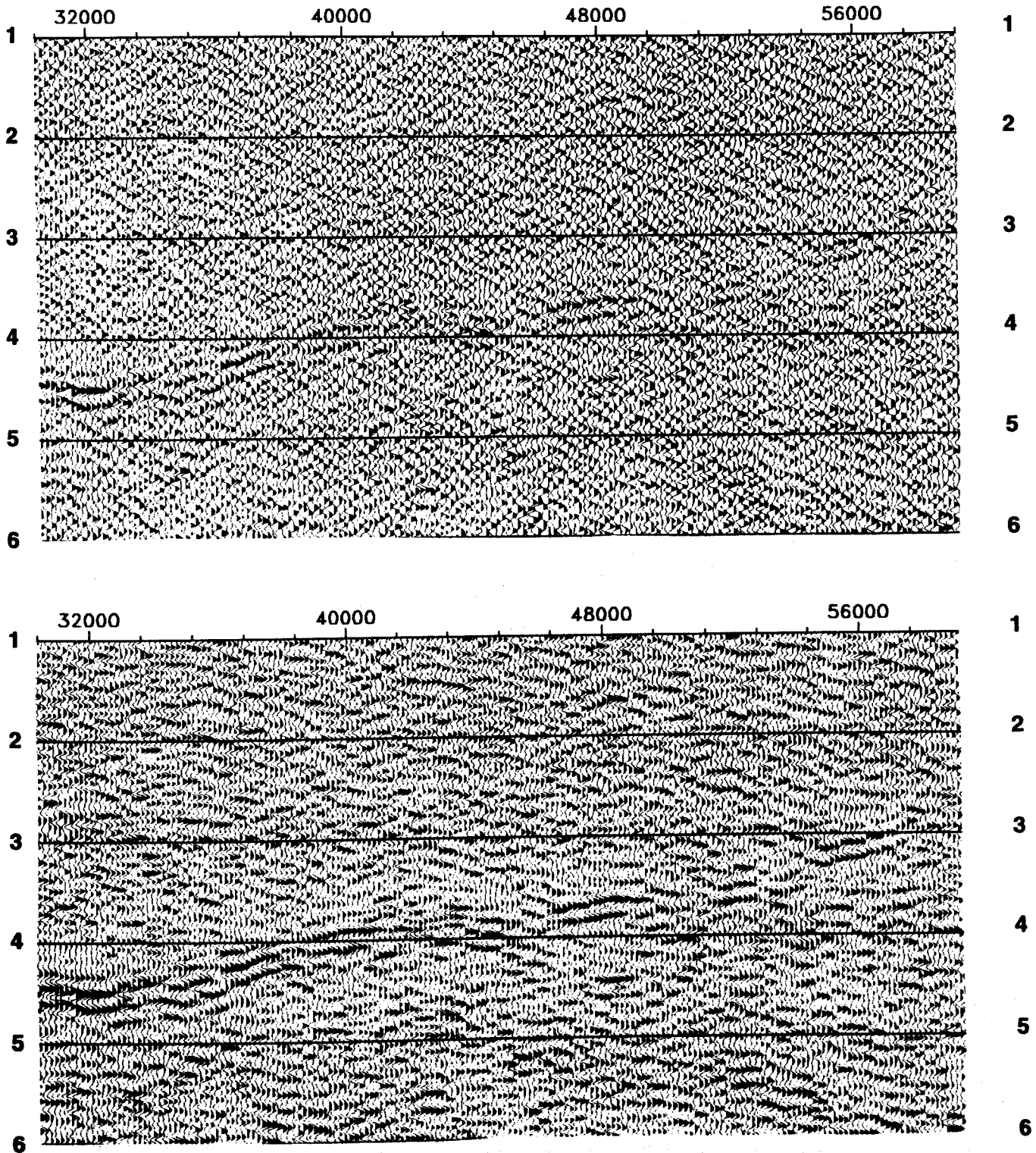


Abbildung 6.3.2.1 : Profil 2B, OBH 32, Ausschnitt 1 bis 6 Sekunden und 32 bis 56 km Entfernung. Bearbeitung ohne Spurmischung (oben) und mit Spurmischung (unten).

gewählt. Für alle Messungen, in denen der Profilbeginn östlich vom Profilende lag, wurde beim Stapeln die Bearbeitungsrichtung automatisch umgedreht. Dadurch wurde bei unveränderten Plotparametern stets das westlichere Profilende links vom östlicheren dargestellt.

- 7.) Normierung
Für die Abspielung auf dem Plotter wurde eine AGC-Normierung mit zeitabhängiger Fensterlänge durchgeführt (500 ms bis zu 1 s zunehmend auf 2000 ms ab 6 s).
- 8.) Ausgabe auf den Plotter
Auf einem 36-inch-Plotter wurden die bearbeiteten Daten zusammen mit einer Darstellung der Wassertiefe an der Schußposition dargestellt.
- 9.) Stapelung der ungemischten Spuren in Entfernungsintervallen
Durch die Spurmischung in 2.5 werden steilere Einsätze im Bereich geringer Schuß-Empfänger-Entfernungen zerstört. Es wurde deshalb eine zweite Stapelung auf die ungemischten Daten mit gleichem Entfernungsintervall von 160 m durchgeführt. Abbildung 6.3.2.2 zeigt, daß im stationsnahen Profilbereich eine Bearbeitung ohne Spurmischung notwendig ist, um steile Einsätze ungestört zu erhalten.
- 10.) Ausgabe der Spuren auf Platten
Für weitere Darstellungsmöglichkeiten und die interaktive Interpretation wurden die ungemischten Stapelergebnisse im SEG-Y-Format auf Platten ausgegeben.
- 11.) Normierung der Spuren
Für die ungemischten Daten wurde die gleiche Normierung angewendet wie für die gemischten Daten.
- 12.) Ausgabe auf dem Plotter
Die Ergebnisse der Bearbeitung ungemischter Spuren wurden in gleicher Art und Größe dargestellt wie die gemischten Daten

Da diese Standardbearbeitung etwa 70 -mal durchgeführt werden mußte, wurde zur Erleichterung der Arbeit und zur Vermeidung von Fehlern durch falsches Eintragen von Parametern ein Musterjob (Template) bereitgestellt, in dem außer den Stationsnummern (OBH-Nummern) nur ein Wert für die statische Korrektur in Abhängigkeit von der Wassertiefe und die Entfernung des westlichsten Stapelintervalls zum OBH einzusetzen waren.

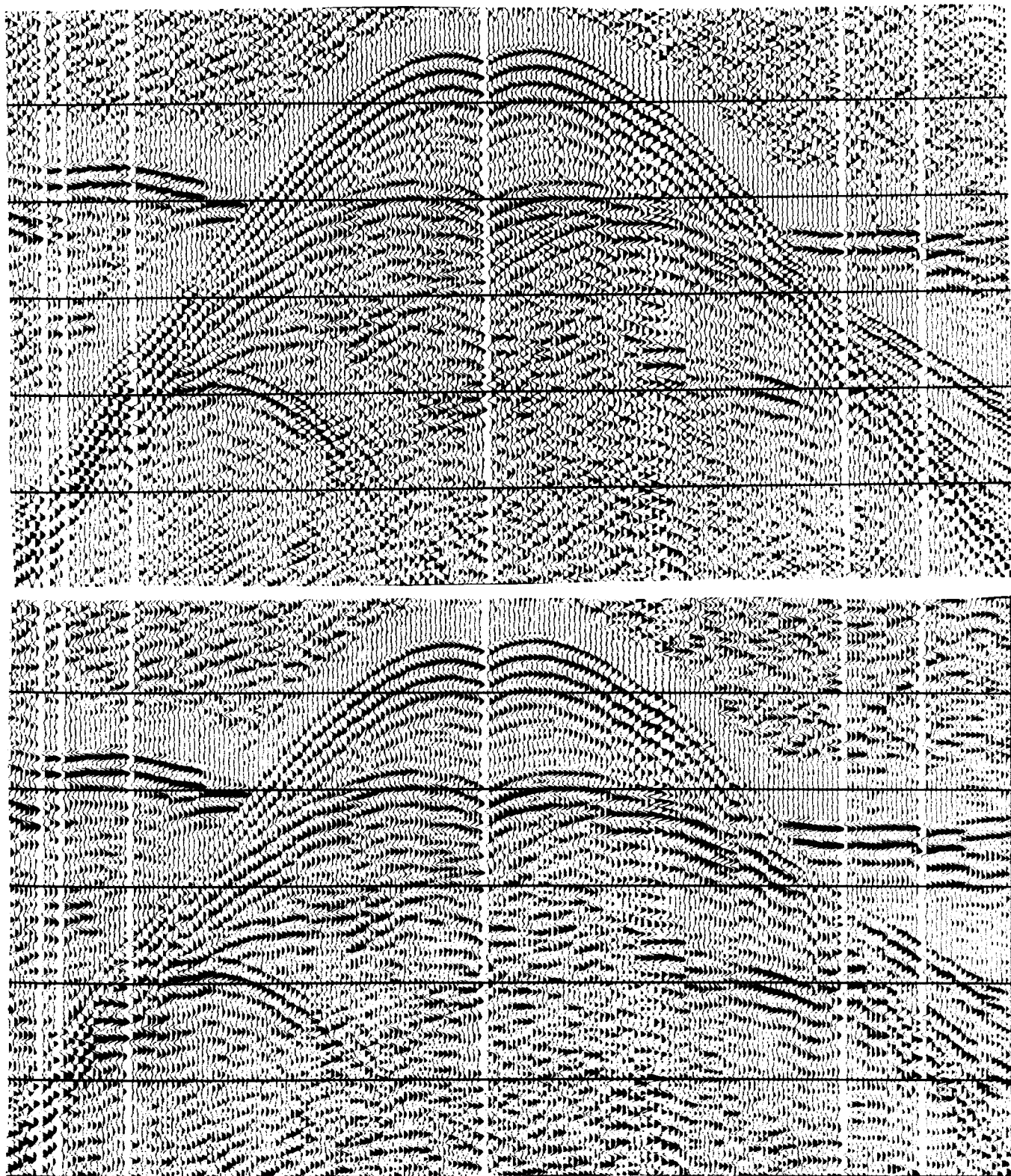
Bearbeitung von Daten der profilfernen OBH bei der Flächenmessung

Für die Bearbeitung der profilfernen registrierten Daten mußte der Standardjob modifiziert werden. Die Stapelung nach Entfernungsintervallen vom Schuß zum Empfänger wurde durch eine Stapelung nach Entfernungsintervallen der Schüsse zum Profilanfang ersetzt.

Spezielle Kontrollen

Zur Aufklärung von Fehlern, die zu unbefriedigenden Ergebnissen führten, wurden spezielle Arbeitsschritte durchgeführt.

- 1.) Abspielung der Eingabedaten ohne Stapelung nach Entfernungsintervallen
Fehlerhafte Geometriebestimmung (Schuß- und Empfänger-Koordinaten, Schuß-Empfänger-Entfernung) bei der Aufbereitung der OBH-Registrierungen führt zu schlechter Qualität der Stapelungen nach Entfernungsintervallen. Bei besserer Qualität der ungestapelten Ergebnisse gegenüber den Stapelergebnissen muß die Geometrie überprüft werden.
- 2.) Ausdruck von Spurkopfdaten
Von allen Spuren einer Station können Schußnummern, Schuß-Empfänger-Entfernungen, Schuß- und Empfänger-Koordinaten und



**Abbildung 6.3.2.2 : Profil 1, OBH 2, Ausschnitt 3 bis 9 Sekunden,
Entfernungsbereich 16 km westlich bis 16 km östlich der Station.
Bearbeitung ohne Spurmischung (oben) und mit Spurmischung (unten).**

Schußzeitpunkte ausgedruckt werden. Damit können Fehler bei der Bestimmung von Spurkopfwerten analysiert werden.

- 3.) Abspielung von Meßdaten mit einem zeitlichen Abstand in der Soll-Schußzeitdifferenz (60 Sekunden), (siehe 5.3.2 divide)

Mit diesen Abspielungen konnte eine schnelle Überprüfung der Datenqualität durchgeführt werden, bevor die Aufbereitung der OBH-Registrierungen durch Korrelation mit dem Trigger und die Geometrievergabe durchgeführt wurden. Fehler bei der Aufbereitung der OBH-Registrierungen können durch Vergleich der bearbeiteten Daten mit diesen Rohdaten aufgezeigt bzw. ausgeschlossen werden. Die Spuren haben einen genauen zeitlichen Abstand von 60 Sekunden. Qualitätssprünge in der Abspielung lassen sich leicht und exakt mit den Vorgängen während der Aufnahmen korrelieren.

- 4.) Abspielung der Triggerdaten mit einem zeitlichen Abstand in der Soll-Schußzeitdifferenz, (siehe 5.3.2 divide)

Bei Zeitverschiebungen in den Eingabedaten oder Zeitsprüngen um ein Vielfaches der Soll-Schußzeitdifferenz ist die Qualität der Triggerdaten durch deren Abspielung zu überprüfen.

6.3.3 Modeling 2D and 3D OBH Data

(C. Zelt)

2D Data

To model the 2D data for crust and upper mantle velocity structure, the ray-based traveltimes inversion and amplitude modeling algorithm described by Zelt and Smith (1992) and Zelt and Forsyth (1994) is used. This approach typically involves the following steps:

1. Picking the traveltimes of the observed phases, either from paper plots or interactively using the program ZPLOT, specifically designed for picking 2D and 3D refraction data.
2. 1D and 2D forward modeling tests to establish as closely as possible the type of each arrival. If possible, each phase is classified as being either a refraction or reflection, and according to the deepest layer penetrated; other phases such as multiples and conversions can also be considered. During this step, a 2D starting model is created which is capable of predicting the correct offset of as many of the observed phases as possible. This model will contain the appropriate number of layers, each layer defined by both velocity and depth nodes, possibly with non-uniform spacing as required by the data.
3. An iterative damped least-squares inversion procedure to optimize the velocity and depth values; all OBHs, phases and model parameters being involved in iteration. During this step, additional velocity and/or depth nodes may be added to allow sufficient lateral heterogeneity to predict the observed data to within their assigned uncertainties. Additionally, the observed phases may be re-classified or re-picked if inconsistencies are revealed.
4. Calculating synthetic seismograms for each OBH to test for consistency with the observed large-scale amplitude variations. Major discrepancies may indicate the need to adjust the vertical velocity gradient within a layer or the velocity discontinuity across a layer boundary. These adjustments are followed by further traveltimes inversion as described in step 3 to re-establish the best possible traveltimes fit.

The result should be the construction of a minimum-parameter and minimum-structure model which satisfactorily predicts the observed data. The strong lateral variations across the Chilean margin (from oceanic to continental crust over ~120 km), results in the need for more initial forward modeling before inversion than in most studies. A final integrated analysis and interpretation of the marine and land recordings will be made for both 2D profiles.

3D Data

The 3D OBH data can be modeled using a fully 3D inversion technique based on the finite difference solution of the eikonal equation (Vidale, 1990) and back projection tomography (Hole, 1992). This technique can treat rugged sea floor bathymetry, a large water/seafloor velocity contrast, large velocity gradients, and primary refractions and reflections (Hole and Zelt, 1995). The inverse step using simple back projection tomography makes the combined forward and inverse steps extremely fast and memory efficient. A different (possibly non-uniform) grid can be used in the inverse step to best match the inherent resolution of the data and reduce the amount of smoothing required at each iteration. Pick uncertainties based on the signal-to-noise ratio of each arrival can be used for appropriate data weighting. If necessary, a "layer-stripping" approach can be applied so that the water layer and other shallow layers are fixed while modeling deeper layers. Back projection tomography assumes the "true" model represents small perturbations about the background/starting model. Therefore, it will be necessary to perform 1D and 2D modeling and inversion of the 3D data (as described above) to construct a starting model that predicts the observed data as closely as possible. This model can be based on 2D modeling of the in-line data and on the 2D model of Profile 2 which borders the 3D survey on the south. The approach described above has been applied successfully to a 3D OBS survey over the Faeroe Basin (Zelt et al., 1994); however, the strong lateral variations predicted for the 3D OBH survey of this study will likely require modifications or new techniques to be applied.

3D OBH Survey Design

3D wide-angle studies are still relatively rare, but they are most easily performed at sea and can provide important, high-resolution results (e.g. Hammer et al., 1994; Toomey et al., 1994). Study areas in which particularly strong 3D structural variations are anticipated, are appropriate sites for 3D surveys, otherwise, it is usually more cost- and time-efficient to use 2D profiling and a higher density of OBH stations (in 2D). 3D studies provide velocity and structural images in three-dimensions that may be crucial to the proper interpretation and understanding of certain tectonic features. As with the length of profiles in 2D studies, the areal dimensions of 3D experiments should be chosen with the size and depth of the primary target in mind. Figure 6.3.3.1a shows the generalized 3D geometry used in this study, including the 10 OBHs and the 10 airgun lines. The total length of the 10 lines is $15.4r$ where r is the equivalent circular radius (50 km radius is shown). This form of experimental geometry was chosen for several reasons:

- the geometry is symmetrical for 10 OBHs and provides near-uniform sampling in three dimensions, i.e. there is a good range of azimuthal sampling and depth of penetration.
- the OBH deployment and recovery and the airgun shooting can be performed in a continuous ship path without unnecessary segments or having to cover the same section twice. This allows for rapid acquisition of a single-deployment 3D experiment.
- a subset of the data provides a network of five 2D profiles, each with 4 OBHs, and five intersection points. This will allow both independent 2D analysis and simultaneous 2D inversion of these data for inferring 3D structure (Zelt,

1994) to obtain a starting model for the fully 3D analysis, or should the 3D data coverage be compromised through OBH loss or malfunction.

- each OBH is crossed by at least 2 airgun lines at different azimuths, allowing (i) the shallow velocity structure beneath each OBH to be determined, (ii) each OBH to be accurately located in three dimensions from the water wave arrivals, and (iii) OBH clock drifts to be precisely calculated by analyzing arrival times at the same OBH from different profiles at each intersection point (this will be particularly important if an OBH clock cannot be calibrated at recovery).

The P_g , P_mP and P_n ray coverage for the experimental geometry is shown in Figures 6.3.3.1b-d assuming a 1D velocity model corresponding to approximately 100 km offshore. The ray coverage diagrams use an airgun spacing of 3 km, the actual spacing will be about 100 m. The P_g ray coverage uses only source-receiver offsets up to 65 km in which P_g is a first arrival. Similarly for P_n , only offsets greater than 65 km were used and only those portions of the raypaths sampling the upper mantle are shown. The Moho reflection points for P_mP assume this phase will be picked at a minimum offset of 30 km; it may be observed at shorter offsets. Figure 6.3.3.1 shows that the experimental design will provide good azimuthal coverage needed for 3D imaging.

3D modeling tests have been performed to illustrate the type of imaging possible with the 3D OBH data using the algorithm described above. Figure 6.3.3.2 shows the results of 3D imaging tests using the geometry in Figure 6.3.3.1 and the same 1D velocity model as a starting and background model. A single upper crustal positive and negative anomaly block 20x20x3 km in size was placed in the center of the survey region between 3 and 6 km depth. The magnitude of these anomalies is ± 1 km/s with respect to the 1D background and starting velocity model shown at the top of the figure. Only first arrival P_g and P_n traveltimes were used to recover these anomalies using times generated by the true models with gaussian noise having a standard deviation of 20 ms added; there are 38,600 arrival times for the 10 OBHs using a 200 m shot interval. A uniform 1 km grid spacing was used for the forward and inverse steps yielding 214,200 nodes; minimal smoothing was applied to the slowness perturbation at each step of the back projection. The recovered models are selected from the iteration at which the synthetic data were predicted with a root-mean-square (RMS) misfit of 20 ms; 30 and 25 iterations for the positive and negative anomaly tests, respectively. The RMS misfit for the 1D starting model of the positive and negative tests is 160 ms and 31 ms, respectively. The smaller traveltime anomaly created by the negative velocity perturbation is a result of the raypaths bending away from and around the low-velocity zone; this illustrates the inherent problem of using only first arrival times to image a low-velocity anomaly. As a result, the maximum magnitude of the recovered anomaly is -0.35 km/s compared to +0.80 km/s for the positive test; in the analysis of the true data, modeling reflected arrivals and amplitudes may improve the imaging of possible low-velocity anomalies. The lateral shape of the recovered anomalies is good, there is little smearing, and the results are robust in the presence of a realistic level of noise added to the synthetic traveltimes.

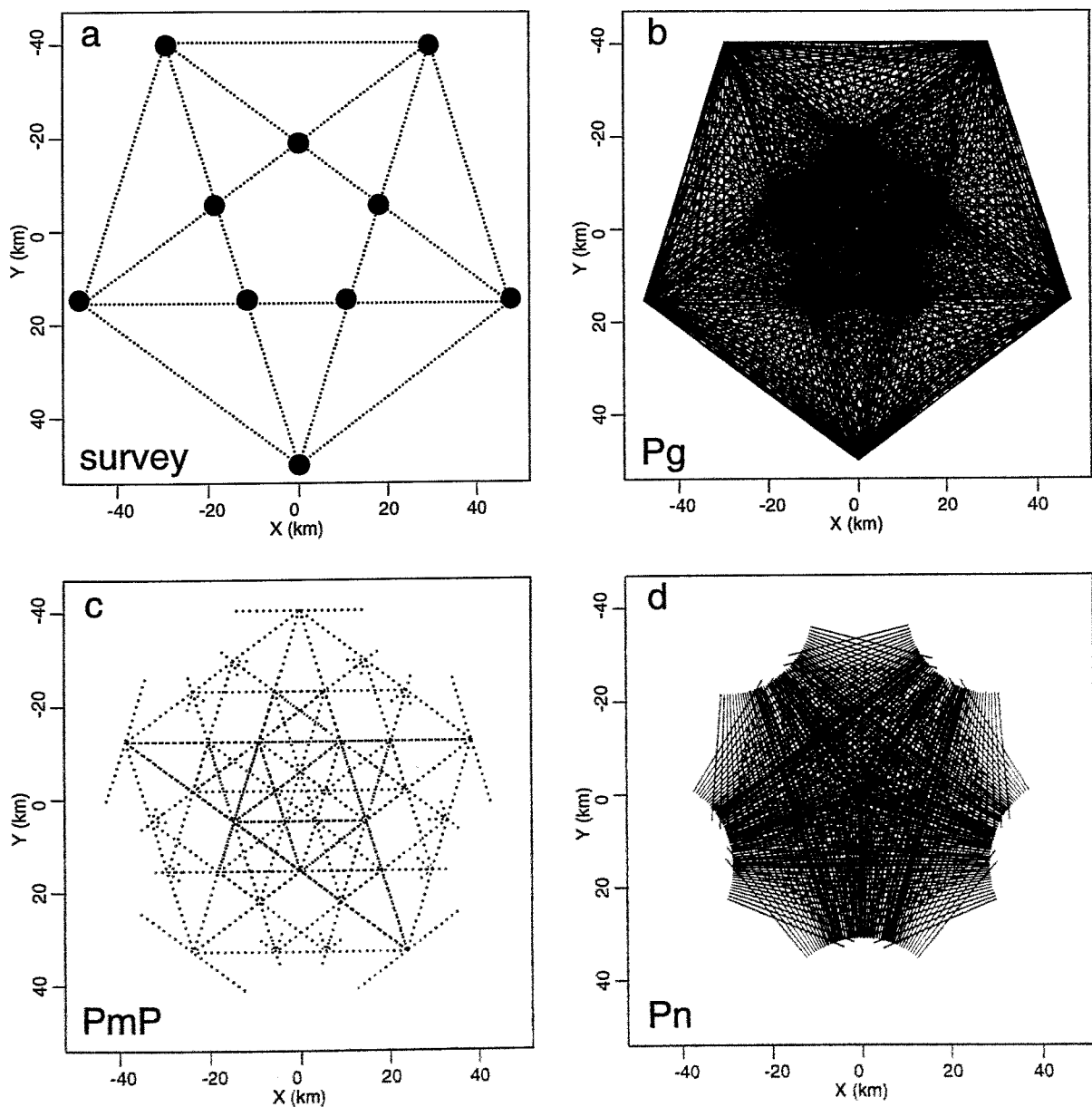
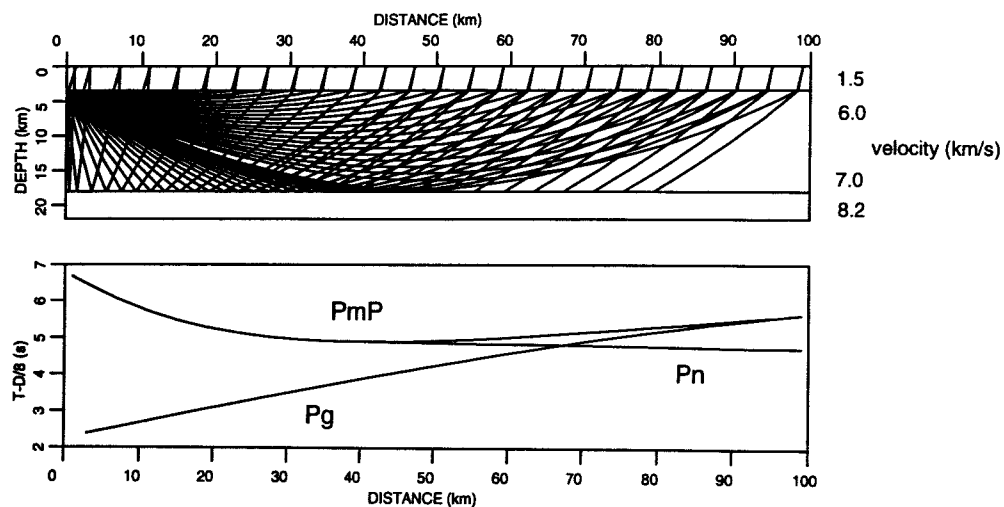
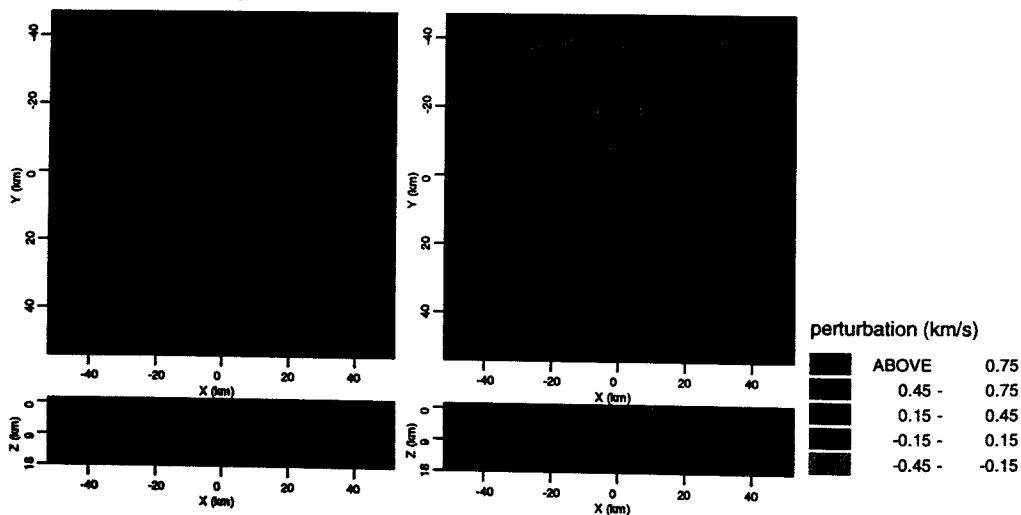


Figure 6.3.3.1: Geometry and ray coverage for 3D OBH experiment scaled for sampling a region 50 km in radius; 1D velocity model used is shown at the top of Figure 6.3.3.2. (a) OBHs indicated by large circles, airgun shots indicated by small dots; (b) upper crustal first-arrival P_g ray coverage; (c) Moho reflection points for P_{mP} ; (d) upper mantle first-arrival P_n ray coverage. Shot points in (a) assume a spacing of 1 km and ray coverage in (b), (c) and (d) use a spacing of 3 km for clarity; actual shot spacing is about 100 m.



Positive anomaly test



Negative anomaly test

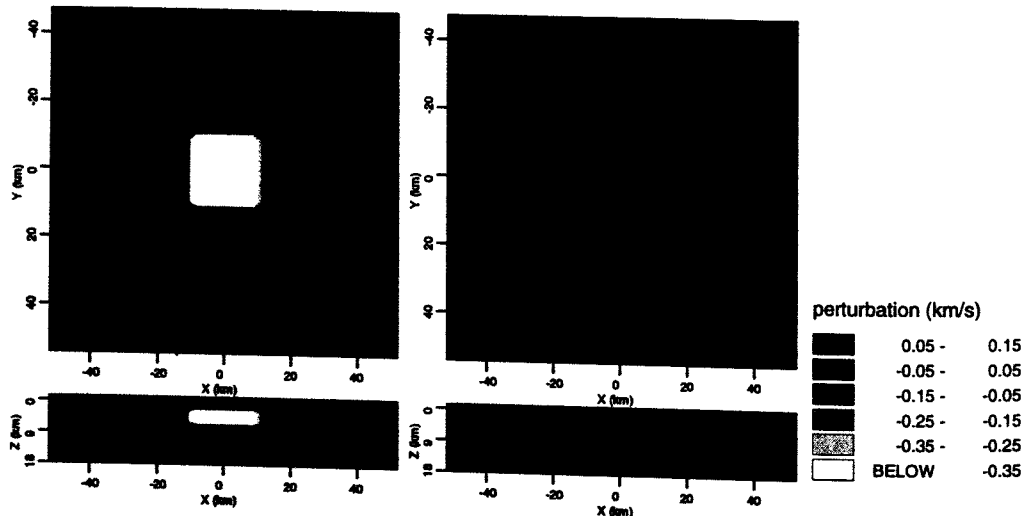


Figure 6.3.3.2: 3D modeling tests using survey geometry in Figure 6.3.3.1a. The top diagram shows the Pg, PmP and Pn raypaths for the assumed 1D model; the P-wave velocity values are labeled to the right. Below this is shown the corresponding traveltime branches reduced at 8 km/s. Slices through the true and recovered models at $z=4$ km and $y=0$ km are shown as gray-scale contour plots; the 1D starting/background model has been subtracted for each slice. The scale bar at the right is different for each case given the differing magnitude of the recovered anomalies. Zero depth corresponds to the seafloor at 3.5 km as shown in the model at the top of the figure (see text for further details).

6.3.4. Seismische Profile

6.3.4.1 Profil 1

(A. Hojka, E. Flüh)

Das Profil 1 verläuft in ESE - WNW Richtung über den chilenischen Kontinentalrand. Nach den erfolgten Releasertests begannen wir am 3.07. kurz nach Mitternacht mit dem Aussetzen der OBH am seewärtigen Ende. Bei einem Abstand von 3,6 bzw. 7,2 Meilen zwischen den Positionen benötigten wir für das Aussetzen im Mittel eine Zeit von 0,5 bzw. 1 Stunde. Nach einem weiteren Releasertest konnten insgesamt 11 Geräte ausgesetzt werden, in Wassertiefen von 164 m bis maximal 5375 m. Die Lage der Stationen und des Profils ist in Abbildung 6.3.4.1.1 gezeigt.

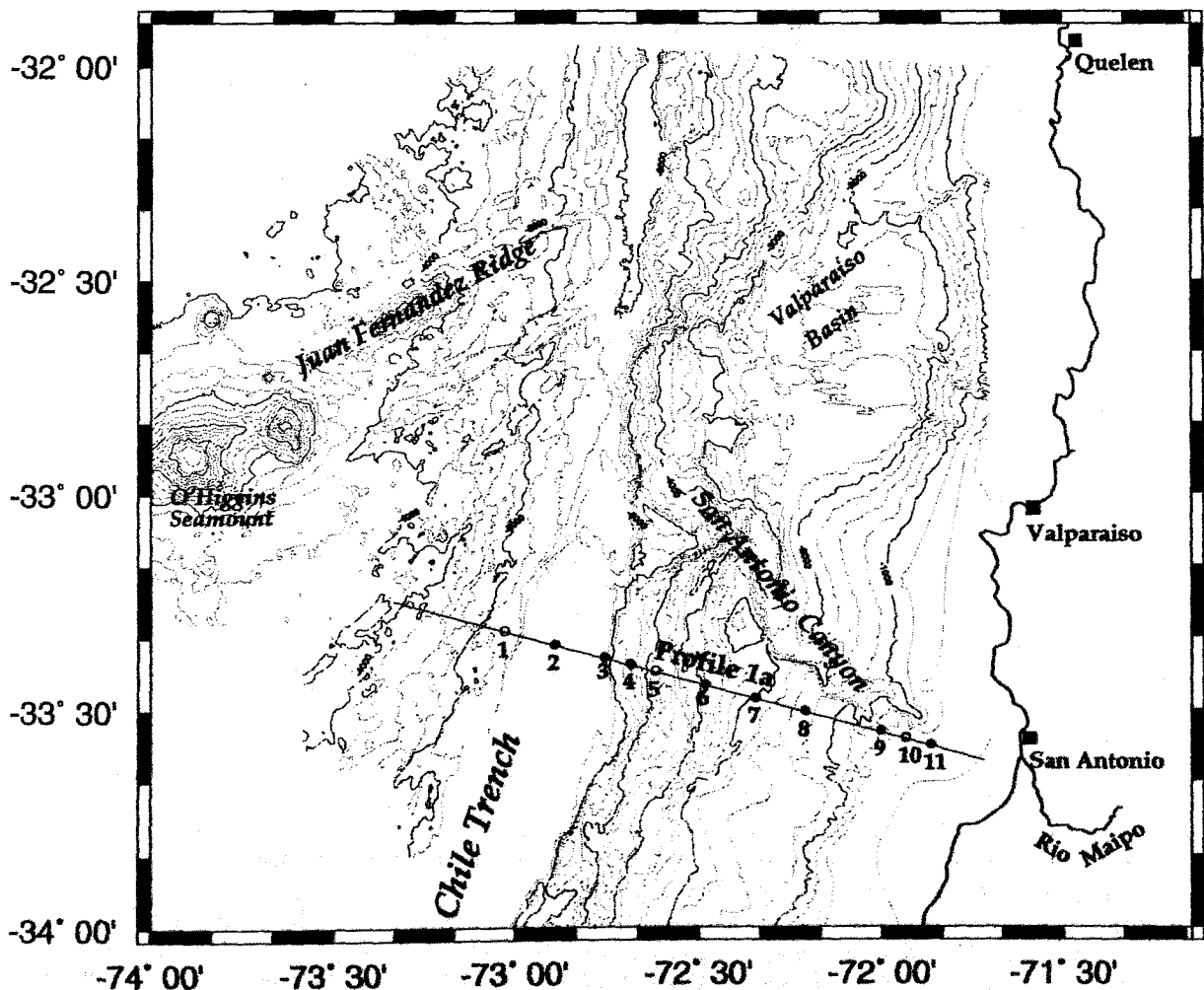


Abbildung 6.3.4.1.1: Lageplan der ausgebrachten OBH auf Profil 1. Die mit offenen Symbolen gekennzeichneten Lokationen erbrachten keine brauchbaren Registrierungen.

Bei idealen Seebedingungen wurde mit dem Aussetzen der Airguns gegen 13.00 Uhr begonnen, der erste Schuß fiel gegen 14.20 Uhr. Der Triggerabstand wurde auf 60 s festgelegt. Der geplante Profilanfang wurde gegen ca. 16.00 Uhr erreicht. In Küstennähe innerhalb der 12 Meilen Zone mußten die Wassertiefen vom Echolot abgelesen werden, da die Hydrosweep- und Parasoundanlage abgestellt werden mußte. Zwischen 20.00 Uhr und 21.00 Uhr wurde die Stb Kanone kurz eingeholt, die Verschraubung des Luftschlauches an der Verteilerplatte hatte sich gelöst. Am 4.07 1.00 Uhr mußte die Bb Kanone eingeholt werden, der Versorgungsschlauch war kurz hinter der Verteilerplatte Leck geschlagen. Um 8.42 Uhr wurde die Airgun wieder ausgebracht, bis zum Profilende um 16.43 Uhr haben beide Kanonen einwandfrei gearbeitet.

Anschließend wurden die OBH aufgenommen, das erste Gerät war ca. um 21.00 an Deck, das letzte am 5.07 gegen 12.00 Uhr. Die OBH mit den Tiefseezylindern für die Registriereinheiten (Wassertiefe > 3500 m) stiegen mit etwa 60 m/min auf, die leichteren Flachwasserzylinder mit 100 m/min. Das OBH 10 hatte keine Daten aufgezeichnet, unmittelbar nach dem Aussetzen hat sich die Registriereinheit abgestellt und erst nach der Aufnahme im Labor weiter gearbeitet. Wir vermuten einen Temperatureffekt.

Beim Abspielen der Daten zeigte sich, daß die Bänder der Geräte 1 und 5 nicht fehlerfrei lesbar waren. Bei Gerät 1 konnte dieser Fehler nicht verifiziert werden, es sind jedoch scheinbar Daten vorhanden. Nach der Fahrt müssen weitere Versuche unternommen werden, diese zu lesen. Eine Proberegistrierung im Labor mit dem Recorder von OBH 5 ergab meist nur unlesbare Kassetten, dieses DAT-Laufwerk wurde für weitere Einsätze ausgemustert. Die übrigen Daten werden mit der unter 5.2.3 und 6.3.2 beschriebenen Sequenz bearbeitet, die Sektionen sind in den Abbildungen 6.3.4.1.2 bis 6.3.4.1.9 gezeigt. Die Qualität dieser Sektionen ist im Mittel gut, Einsätze sind bis zu Entfernungen von über 80 km klar zu erkennen. Lediglich an den Positionen 7 und 8 sind die Einsätze nur über kürzere Entfernungen zu verfolgen.

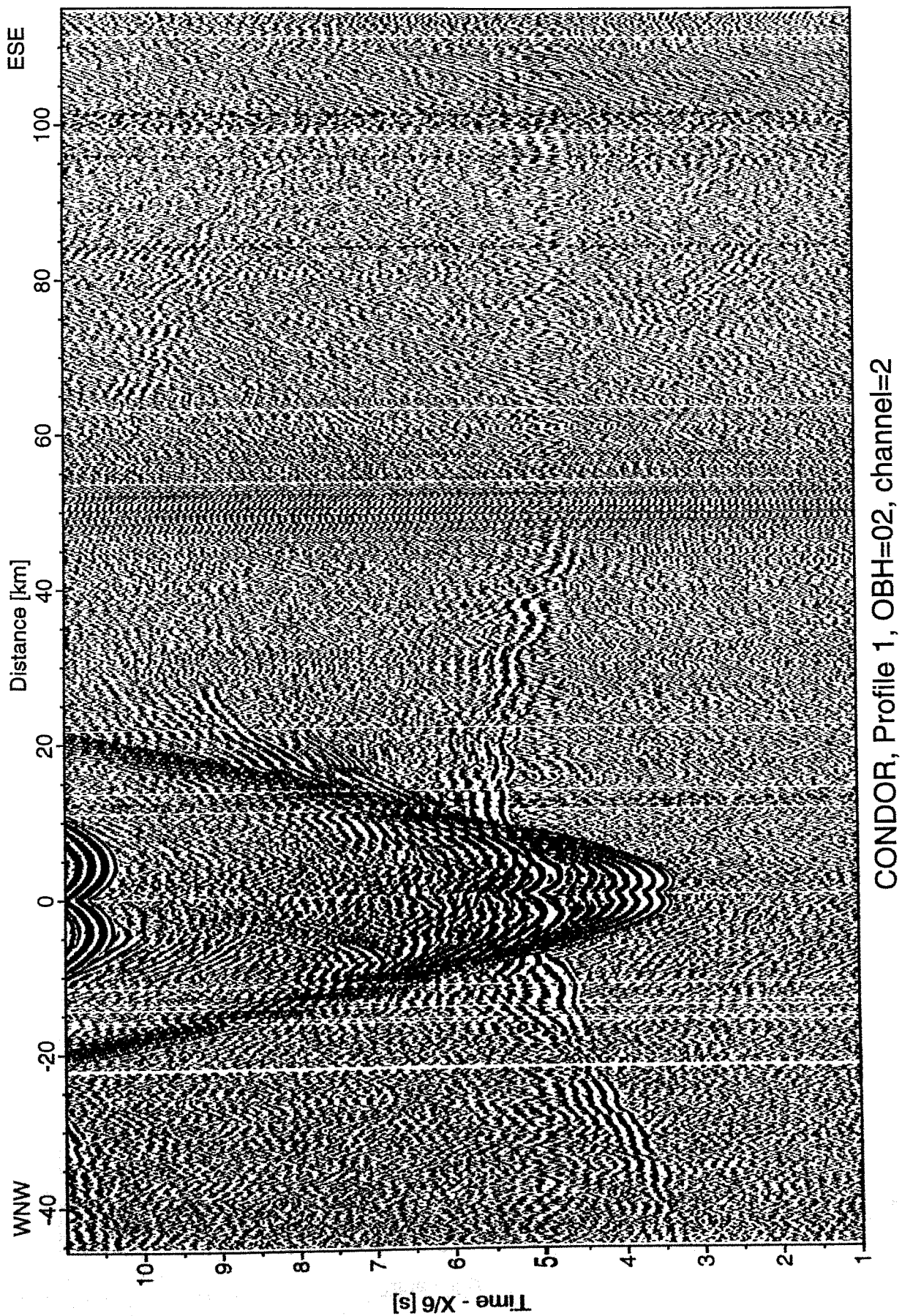
1-D Modelling of Profil 1

(N. Vidal, E. Flüh, R. Hoppenworth)

A 1-D velocity-depth modelling has been undertaken for each of the OBH stations along Profile 1. This first approach to determine the velocity structure along the margin allows us to define a preliminary model which will be used for the later 2-D modelling. However, one has to keep in mind the pronounced variations in waterdepth along the profile and the expected additional lateral variations in crustal structure, when using 1-D interpretations.

Traveltime picks were made from large scale record sections, whereby the raw data were used in the near offset range, and data that had additionally been trace mixed to improve signal-to-noise ratio were used at larger offsets. Figure 6.3.4.1.10 in the top panel shows the observed arrivals along the profile and in the lower panel the velocity-depth functions derived for each OBH. Some obvious features can be seen from this, despite the above mentioned restrictions:

- a) The structure of the sedimentary cover along the line exhibits strong variations. The models show a thin sedimentary cover (1-2 km) at the beginning and end of the profile and an important thickening to the center of the line. OBH 4,6,8, show clearly the lateral changes in the sedimentary layers with a low velocity structure up to 10 km depth to the center of Profile 1. Observed velocities range from 2.0 to 4.0 km/s. This is also evident from the late crossover distance seen on these record sections (see Figures 6.3.4.1.5, 6.3.4.1.6, and 6.3.4.1.7).
- b) Important lateral changes in the igneous crust are also seen. If one closely inspects OBH located in the Chilean Trench, the strong asymmetry between E and W recordings are clearly evident. In Figure 6.3.4.1.11 one example of the 1D modelling for OBH 3 is shown. Crosses mark observed arrivals and lines calculated traveltimes. Differences in velocities and thickness of the crust



CONDOR, Profile 1, OBH=02, channel=2

Abbildung 6.3.4.1.2: Seismogrammsection von OBH 2 auf Profil 1.

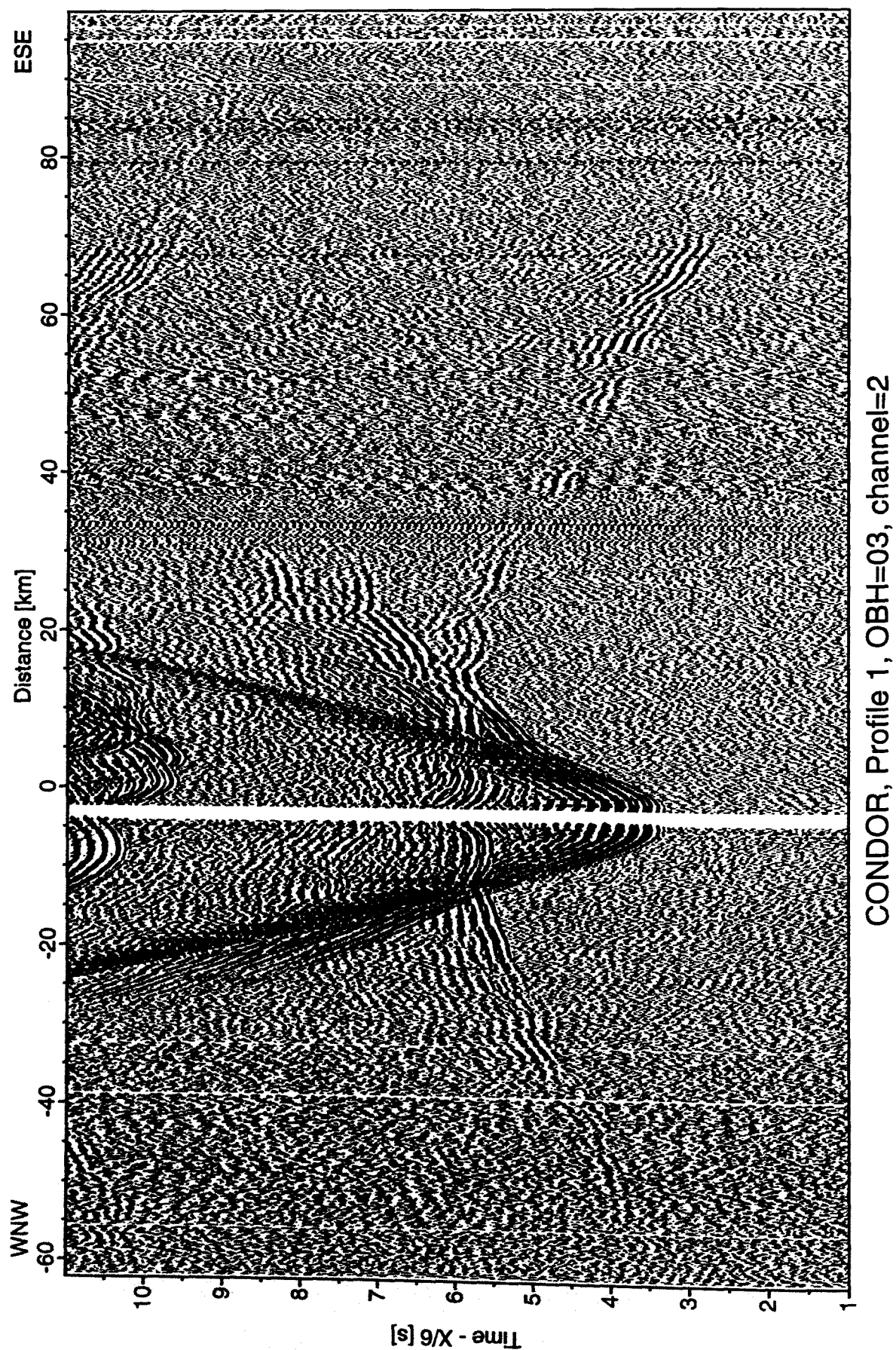
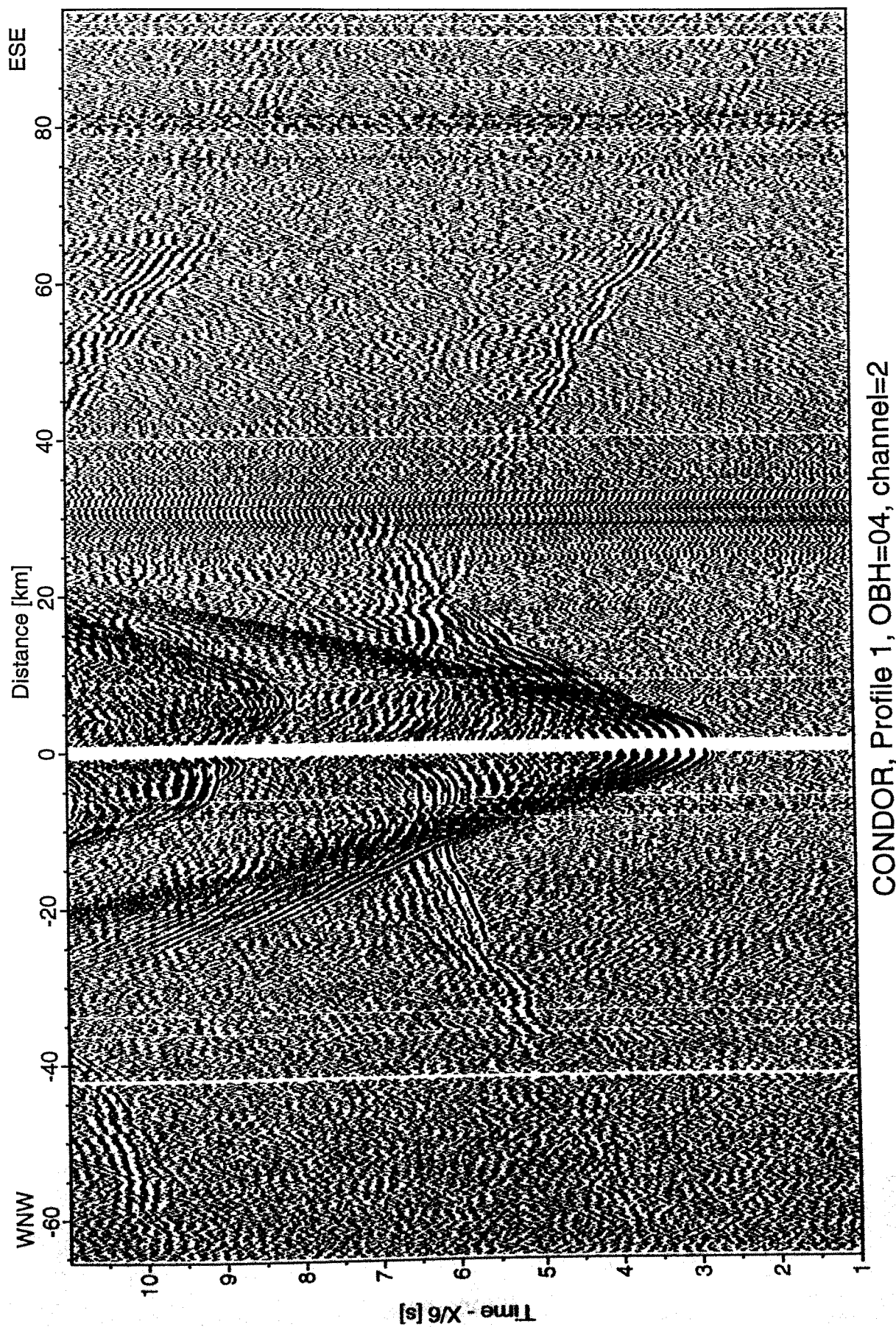


Abbildung 6.3.4.1.3: Seismogrammsection von OBH 3 auf Profil 1.



CONDOR, Profile 1, OBH=04, channel=2

Abbildung 6.3.4.1.4: Seismogrammsection von OBH 4 auf Profil 1.

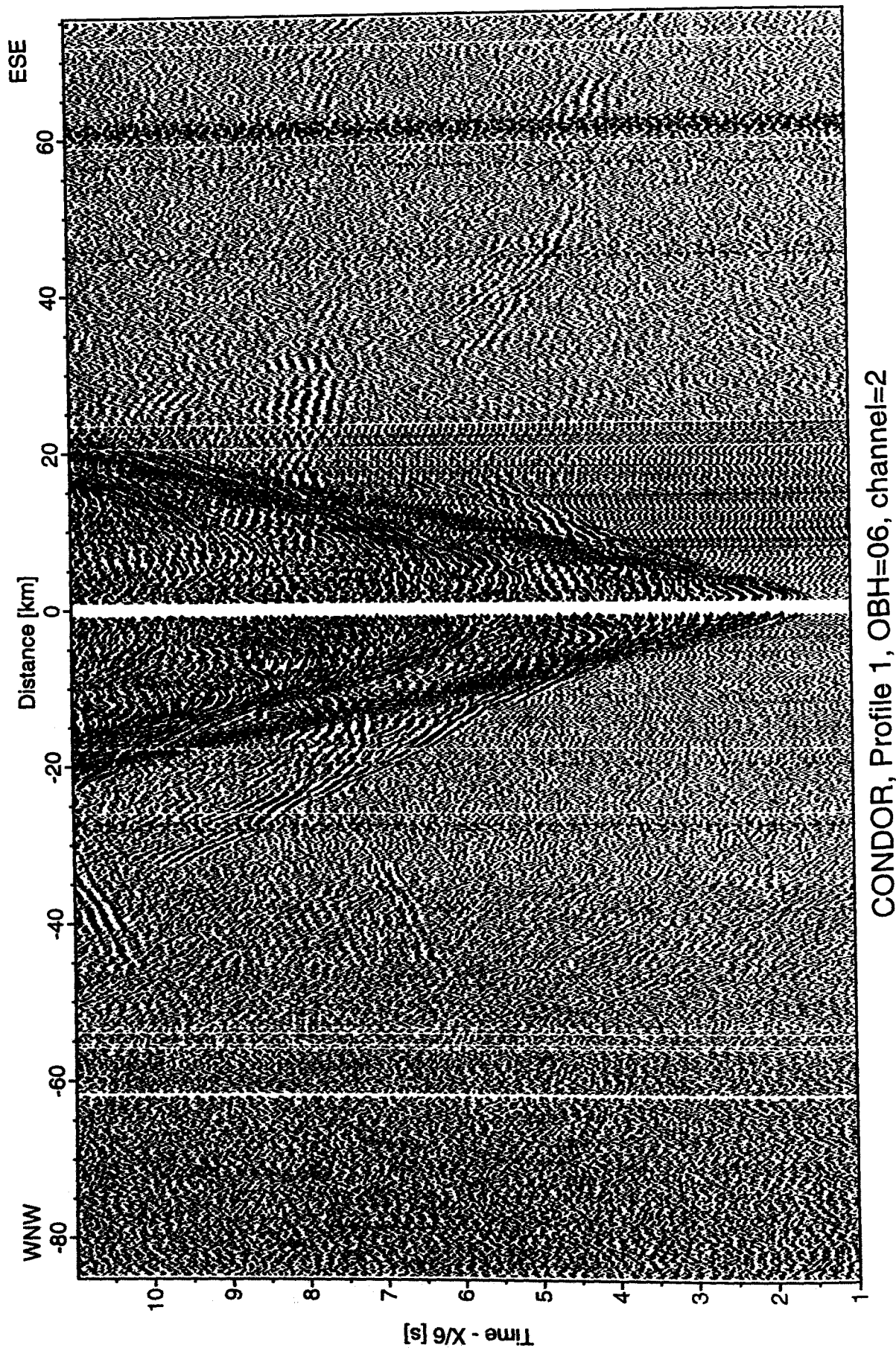
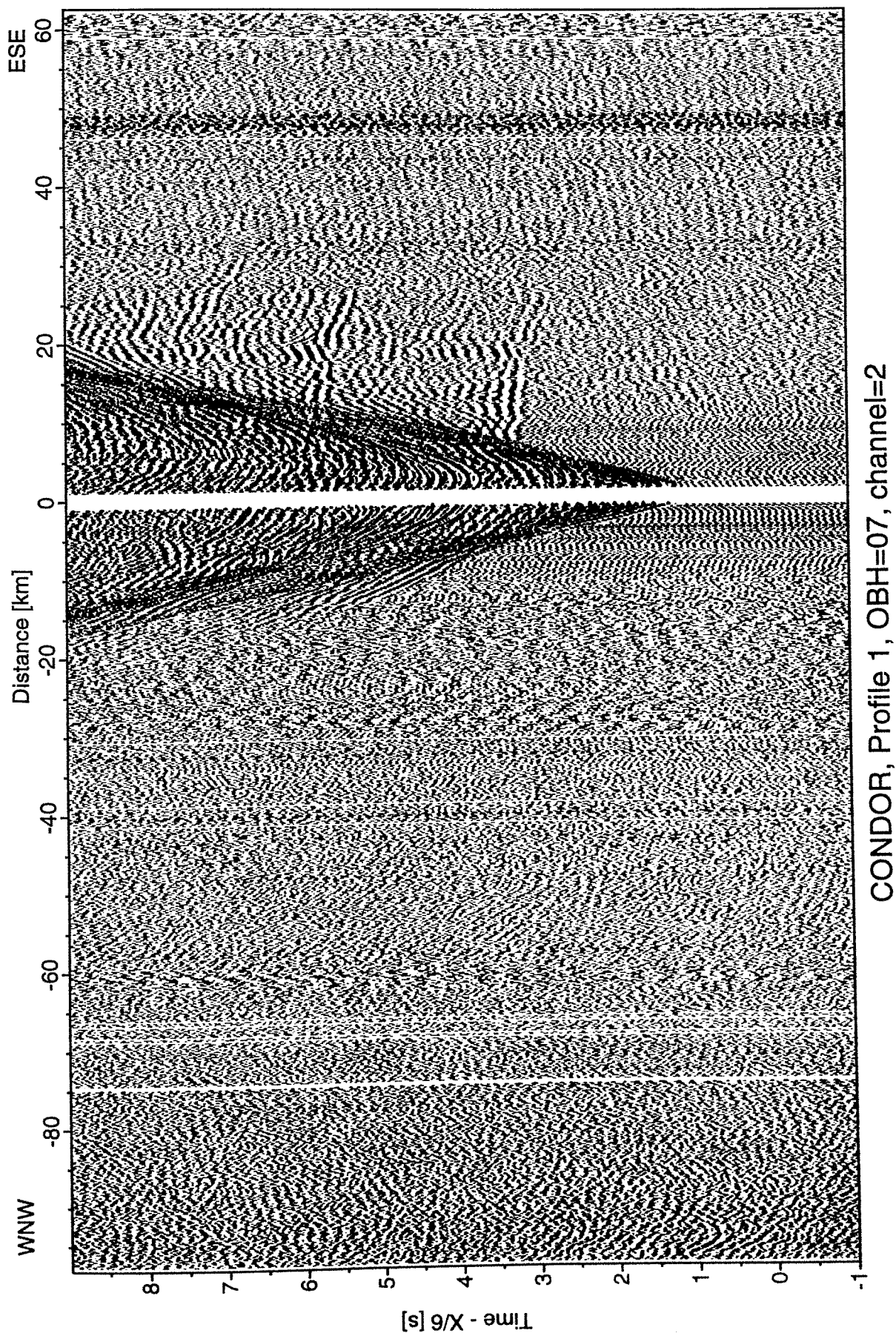
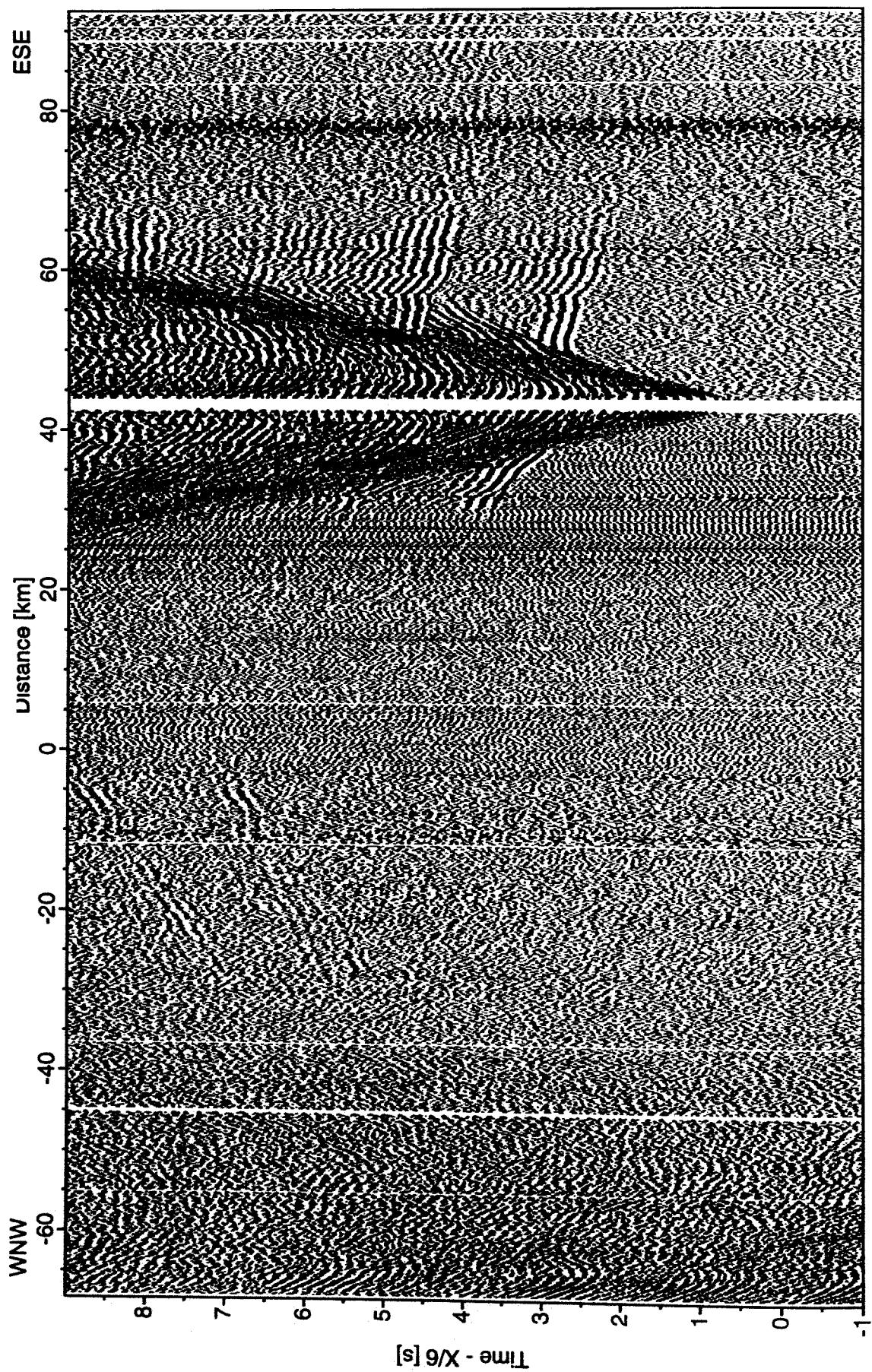


Abbildung 6.3.4.1.5: Seismogrammsection von OBH 6 auf Profil 1.



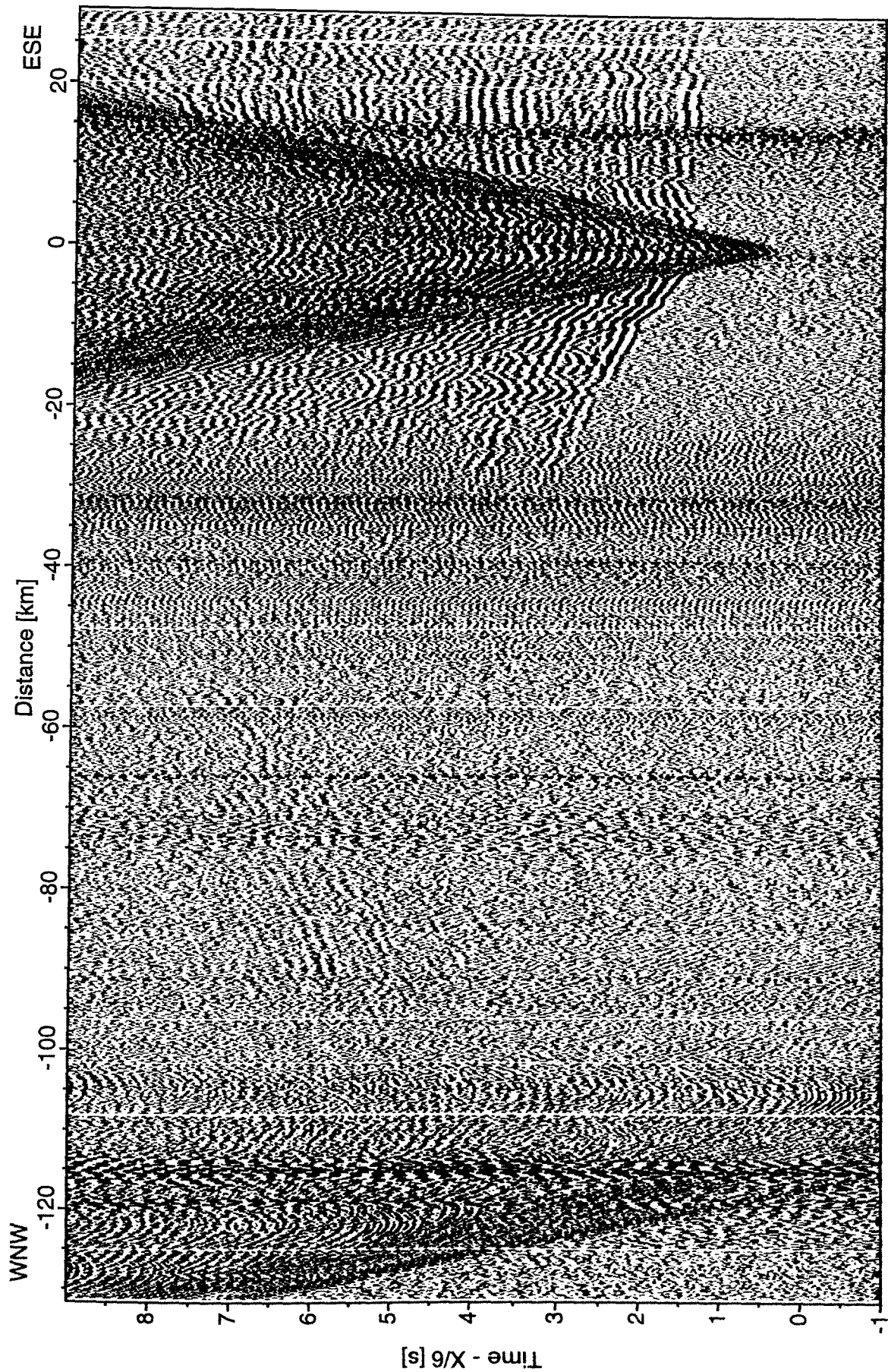
CONDOR, Profile 1, OBH=07, channel=2

Abbildung 6.3.4.1.6: Seismogrammsektion von OBH 7 auf Profil 1.



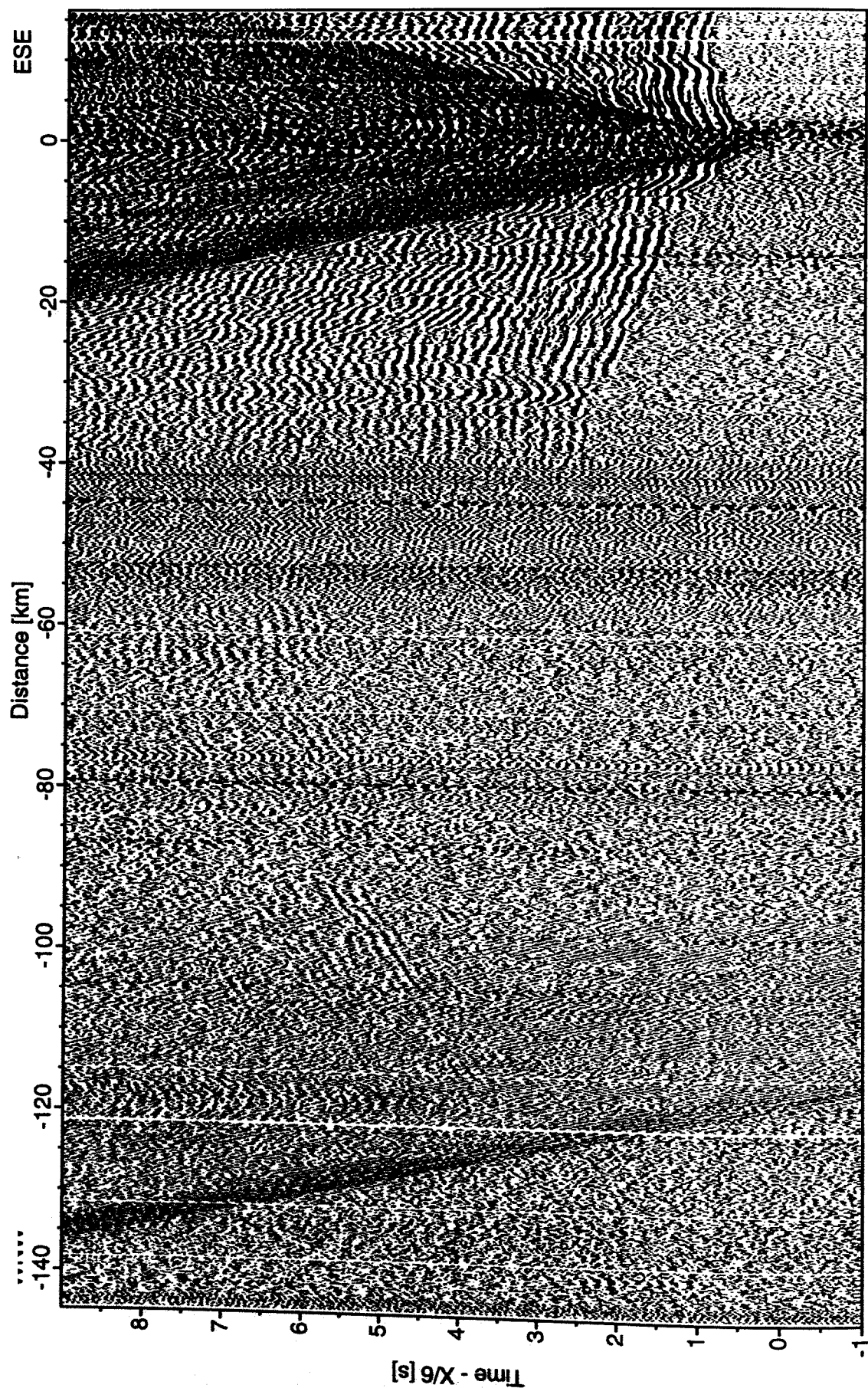
CONDOR, Profile 1, OBH=08, channel=2

Abbildung 6.3.4.1.7: Seismogrammsection von OBH 8 auf Profil 1.



CONDOR, Profile 1, OBH=09, channel=2

Abbildung 6.3.4.1.8: Seismogrammsection von OBH 9 auf Profil 1.



CONDOR, Profile 1, OBH=11, channel=2

Abbildung 6.3.4.1.9: Seismogrammsection von OBH 11 auf Profil 1.

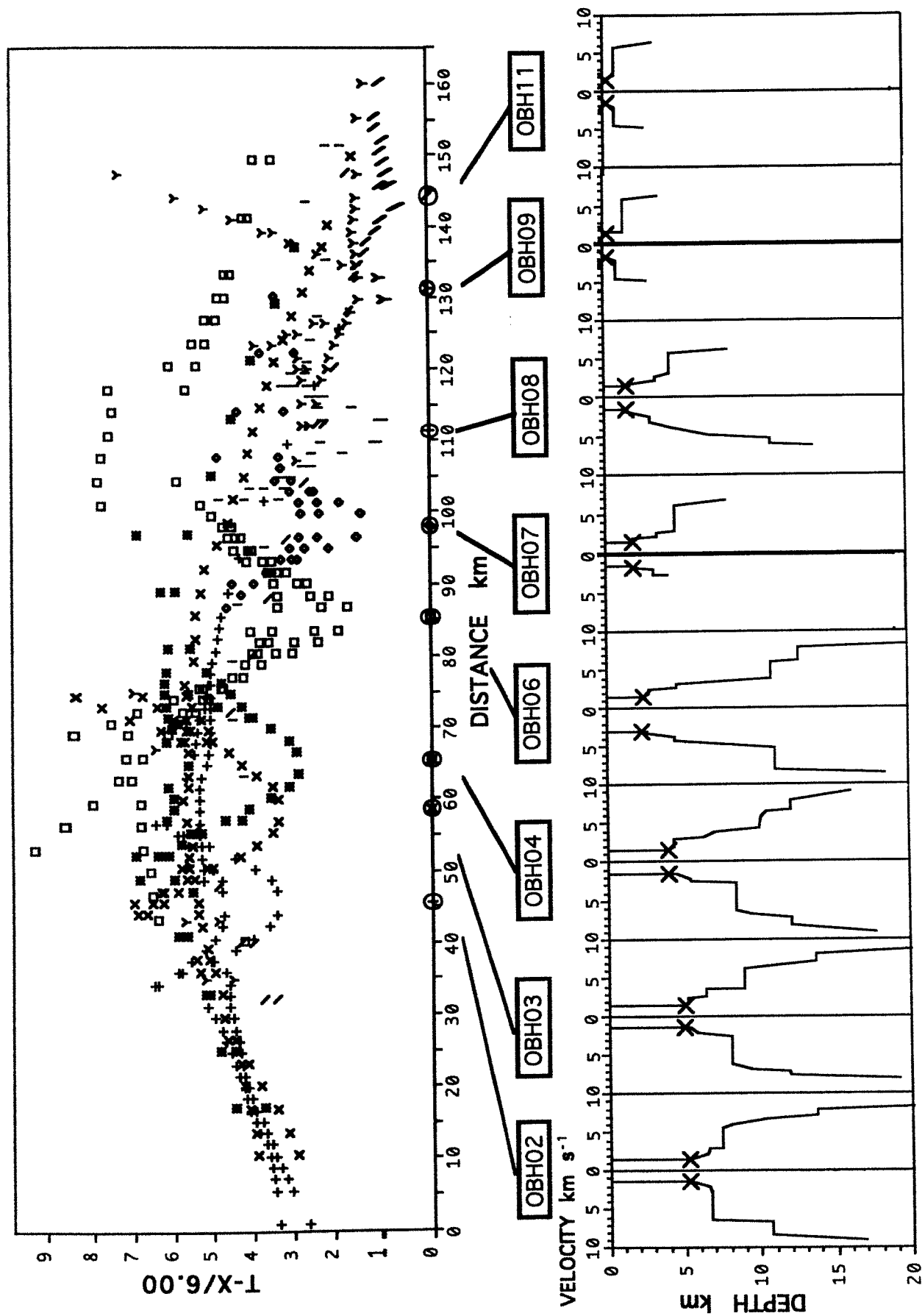


Abbildung 6.3.4.1.10: Laufzeiten und Ergebnisse der 1-D Modellierung auf Profil 1.
 Traveltimes and results of 1-D modelling along Profile 1.

derived from PmP and Pn arrivals are due to the oceanic (to the W) and continental (to the E) nature of the crust. The strong lateral bathymetric changes along the line do not allow an accurate fitting of PmP and Pn phases during the 1D modelling. This problem can only be solved with the 2-D approach.

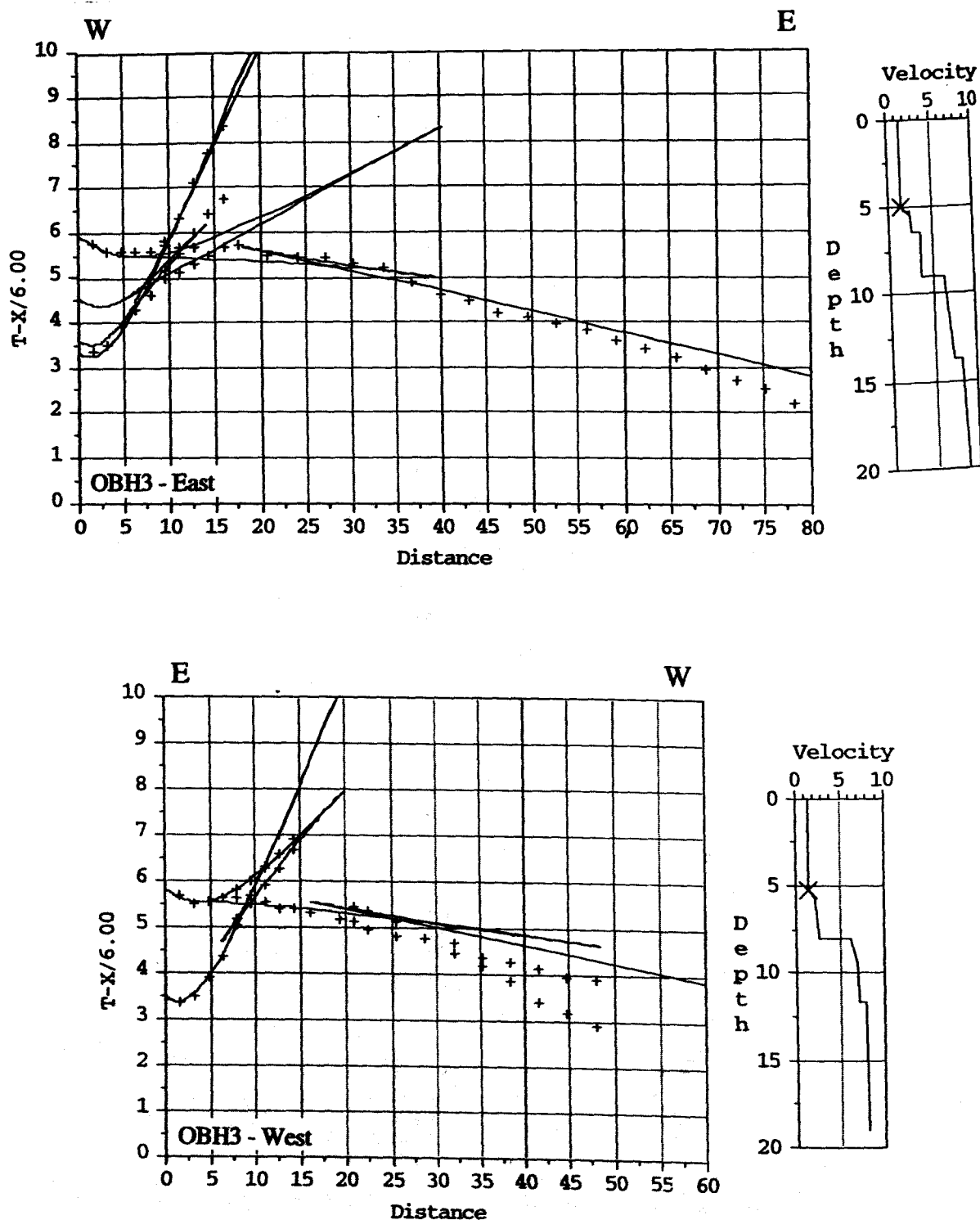


Abbildung 6.3.4.1.11: Laufzeiten und Ergebnisse der 1-D Modellierung für OBH 3 Ost (oben) und West (unten). Traveltimes and results of 1-D modelling for OBH 3 East (top) and West (bottom).

Preliminary 2-D Modelling of Profile 1

(C. Zelt, N. Vidal)

A preliminary 2D model for Profile 1 has been developed using the 8 OBHs from the first deployment from which arrivals could be picked (2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 and 11) and steps 1 to 3 of the 2D modeling and inversion procedure described above. The final corrected data were first picked by hand from large scale paper plots, picking only traces every 5 to 10 km, for a total of ~500 picks. Preliminary 2D forward modeling was then performed using these picks. The starting model was constructed from four sources: (i) the known bathymetry recorded during data acquisition along the profile (sampled only at every OBH station for this preliminary modeling), (ii) sediment thickness from analysis of the reflection data recorded along Lines 31 and 32 about 35 km to the south along a parallel line during the Sonne 101 cruise (von Huene et al., 1995), (iii) a velocity model based on the results for 23°S to 24°S presented by Comte et al. (1994), and (iv) the dip of the subducting plate to 60 km depth (15°) from Tichelaar and Ruff (1991) based on earthquake locations for the Valparaiso region.

The preliminary forward modeling was used to identify each phase picked where possible. These phases are (1) the water wave, (2) diving waves within the sediments with apparent velocities of 1.8-4.0 km/s, (3) diving waves within the oceanic crust, (4) diving waves within the continental upper crust, (5) reflected waves from the oceanic Moho, and (6) diving waves from the oceanic upper mantle. One phase from OBH 7 to the east was identified as a reflection from a continental mid-crustal boundary and one strong phase from OBH 6 to the east at ~7.5 s (using a reducing velocity of 6 km/s) and ~30 km offset has not yet been identified. The picks made from paper plots were transferred to the headers of the data to be viewed, edited and classified using ZPLOT according to the phases described above and the results of the preliminary forward modeling. This step required substantial changes to be made to the pick times and to the pick types that were initially assigned. Also, the data were generally re-picked at 2-5 km spacing, resulting in a total of 858 picks for all OBHs and phases.

The starting model provided a traveltime fit with an RMS residual of ~500 ms. After forward modeling to develop a model which was capable of predicting most of the observed phases at the correct offsets, the fit was improved to ~350 ms. The inversion procedure was then applied for several iterations, at which time more model parameters (velocity and depth nodes) were added to provide the necessary degree of lateral variation as suggested by the data. The final preliminary model presented in Figure 6.3.4.1.12 contains ~50 independent model parameters used in the inversion and predicts 822 of the observed pick times with an RMS residual of 185 ms. The comparison between observed and calculated traveltimes for each OBH is presented in Figure 6.3.4.1.13 and the corresponding ray diagram connecting all source-receiver pairs is shown in Figure 6.3.4.1.14.

The traveltime comparisons presented in Figure 6.3.4.1.13 show several large discrepancies which may be a result of picking errors or they may simply require further more detailed modeling using all OBHs after picking all traces. The ray diagram shows the maximum sampling depth is about 25 km, within the upper mantle. Although the model presented in Figure 6.3.4.1.12 is based on a very preliminary analysis of a subset of the data, a number of features are noteworthy and are likely to remain after further modeling is performed:

- the oceanic crust is as thin as 4 km about 25 km west of the trench and of relatively high velocity (6.7-7.3 km/s).
- the sediments across the margin have relatively low velocities, about 2-3 km/s, and are ~3.5 km thick at the trench, thinning to near zero over the oceanic crust ~60 km west of the trench and generally thinning landward.

- the accretionary wedge (represented by relatively low-velocity sediments between 3-5 km/s) is at least 40 km wide and up to 7 km thick.
- there is weak evidence for a low-velocity zone or negative vertical velocity gradient between ~100-120 km model distance and ~5-12 km depth, either within the accretionary wedge or between it and the continental upper crust.
- the continental upper crust at the margin has relatively low velocity (~5.5 km/s), suggesting that it is either not crystalline or it is highly fractured.
- the continental lower crust is not well sampled by the OBH data, but it appears to be of typical or perhaps slightly low velocity (~6.1-6.6 km/s).
- the velocity of the oceanic crust portion of the subducting plate to about 25 km depth is ~0.3-0.6 km/s less than that of the oceanic crust immediately west of the trench.
- the average dip of the upper portion of the subducting plate as imaged to about 25 km depth is ~9°.

Considered together, there appear to be a number of features of the central Chilean margin, in a region away from seamount subduction along Profile 1, that may set it apart from other seismically-imaged subduction zones around the world. This suggests the results from the final modeling of all data along Profile 1 should be of great interest.

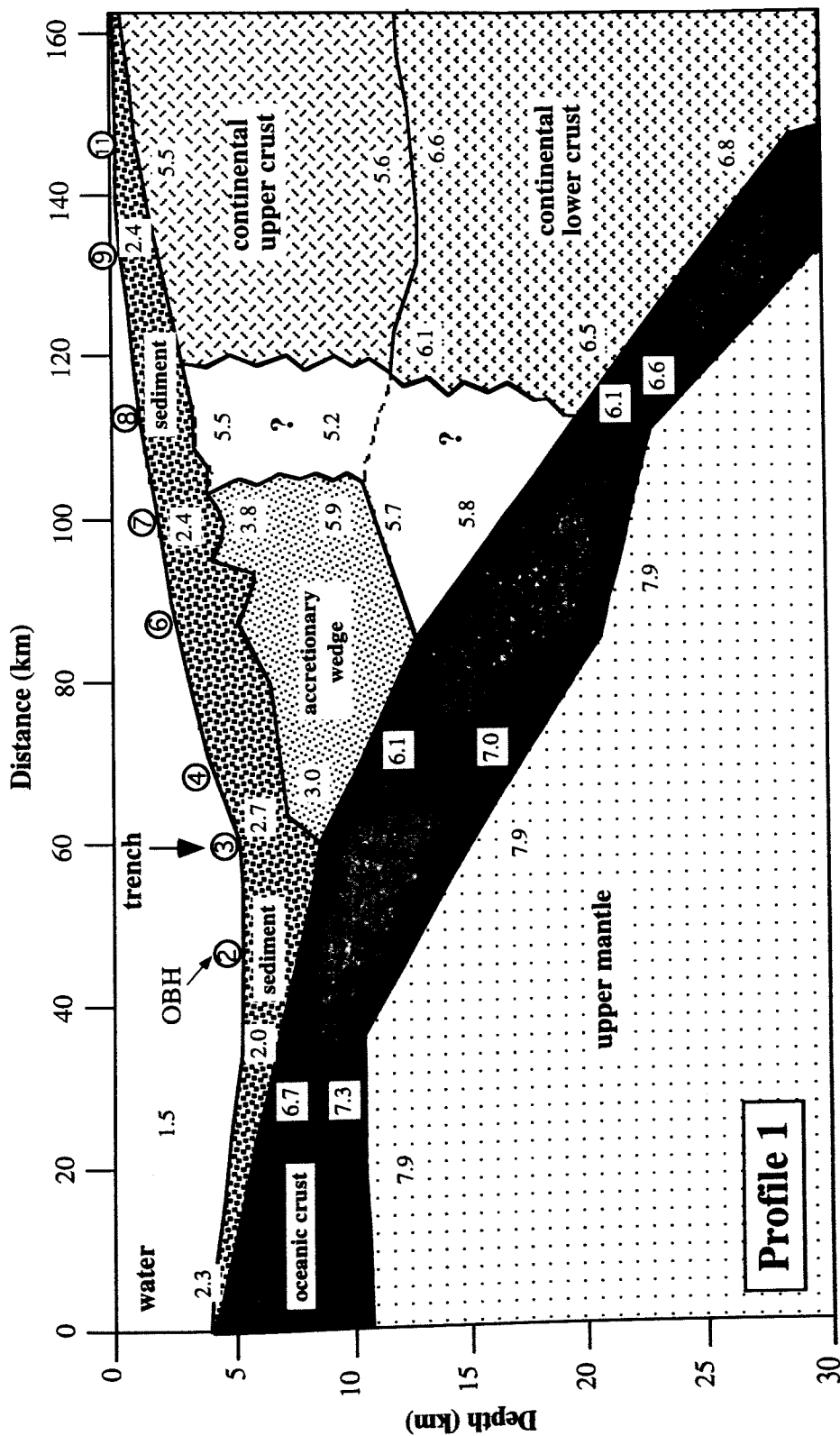


Figure 6.3.4.1.12: Preliminary velocity model for Profile 1. Velocities in km/s are indicated throughout the model and the 8 OBH locations from which data were used in the analysis are shown. The position of the Chile Trench is indicated, although it is not apparent in the simplified bathymetry used in the model. A general description of each layer is provided; the nature of the regions labeled with “?” is unclear.

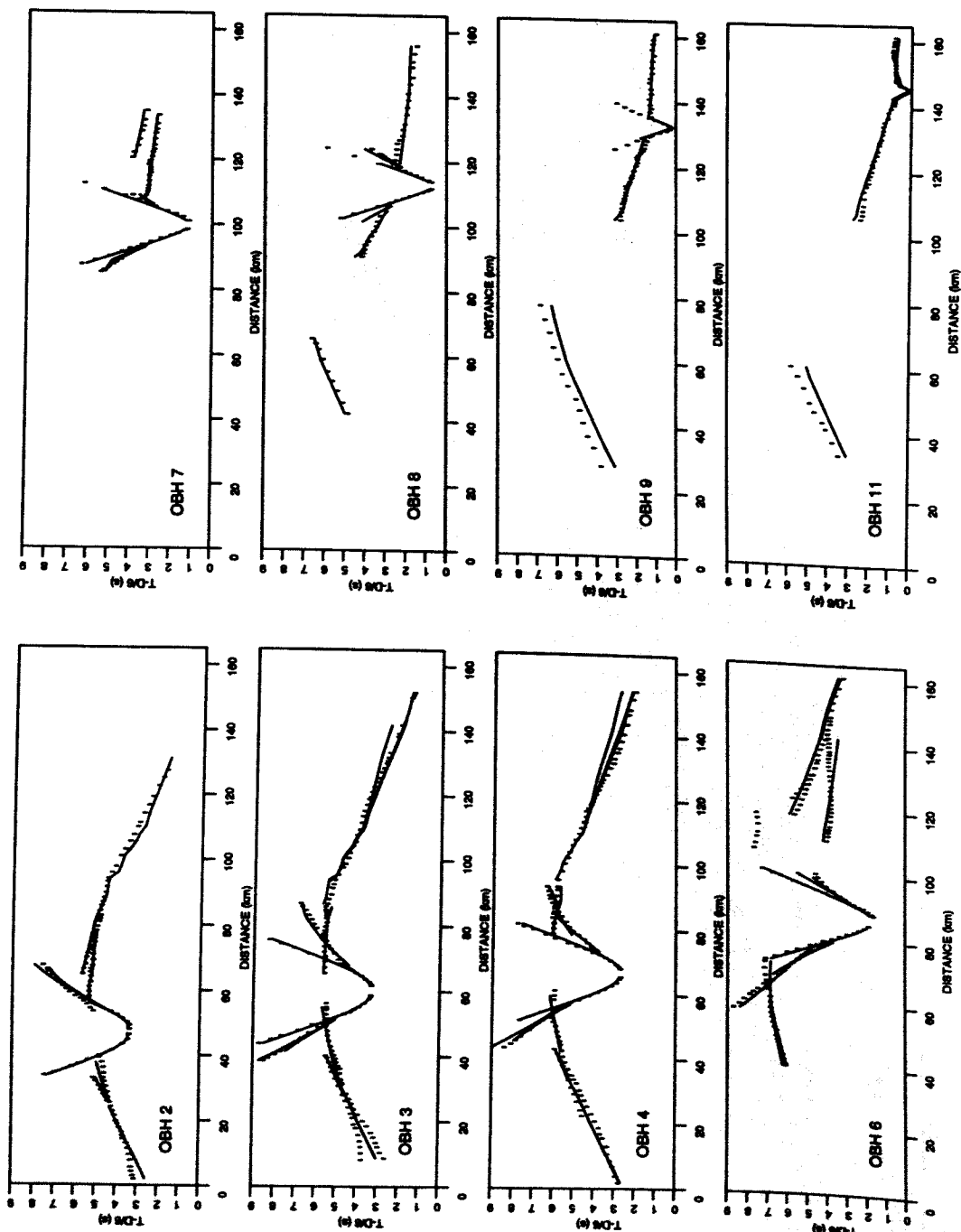


Figure 6.3.4.1.13: Comparison of observed and calculated traveltimes for each OBH used in the preliminary 2D modeling of Profile 1. The observed times are indicated by vertical bars corresponding to ± 100 ms, the calculated times by lines. A reducing velocity of 6 km/s has been applied and the distance axis corresponds to the model shown in Figure 6.3.4.1.12.

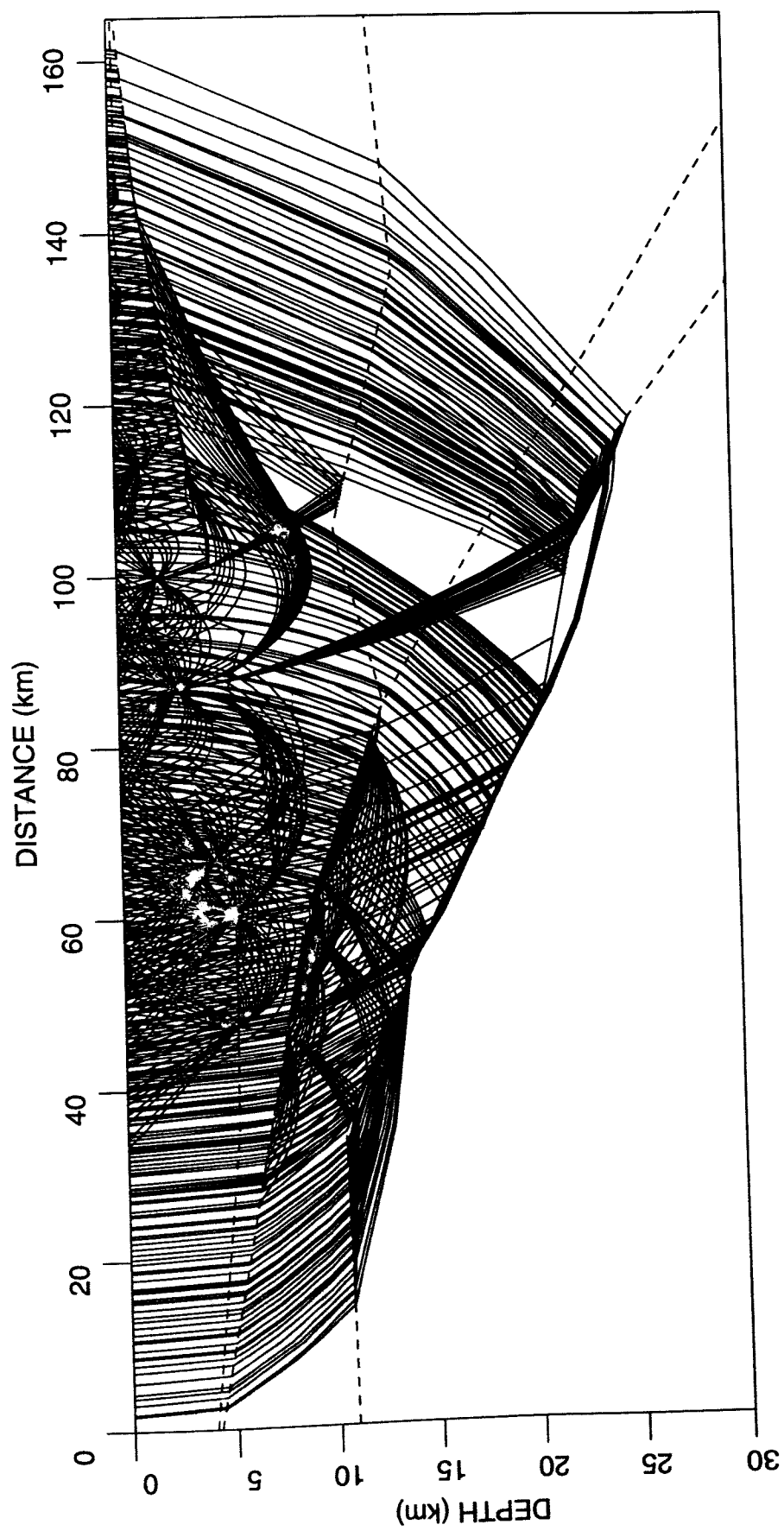


Figure 6.3.4.1.14: Ray diagram for all OBHs used in the preliminary 2D modeling of Profile 1. The ray path connecting each source-receiver pair used in the inversion is shown.

6.3.4.2 Profil 2

(M. Gerdorf, A. Biegling, A. Lefman, R. Hoppenworth, E. Flüh)

Das Profil 2 liegt nördlich von Profil 1 und verläuft längs $32^{\circ}47'$ S genau in E-W Richtung über den chilenischen Kontinentalrand. Am 05.07 gegen 21:30 wurde am westlichen Ende mit dem Aussetzen von insgesamt elf OBH begonnen. Wie bei Profil 1 lag der Abstand zwischen den einzelnen OBH-Positionen bei 3.6 beziehungsweise bei 7.2 Meilen. Die genaue Lage aller Positionen ist der Abbildung 6.3.4.2.1 zu entnehmen. Bei der Position mit der größten Wassertiefe (5660 m, OBH 36) wurde der OBH-Anker über eine 1000 m lange Leine am Releaser befestigt, so daß sich das OBH während der Aufzeichnung in einer Tiefe von 4660 m befand. Dies sollte ein Test für OBH-Auslagen in Gebieten mit Wassertiefen über 6000 m sein, in denen die Geräte normalerweise nicht mehr eingesetzt werden können, da die Druckzylinder dafür nicht ausgelegt sind..

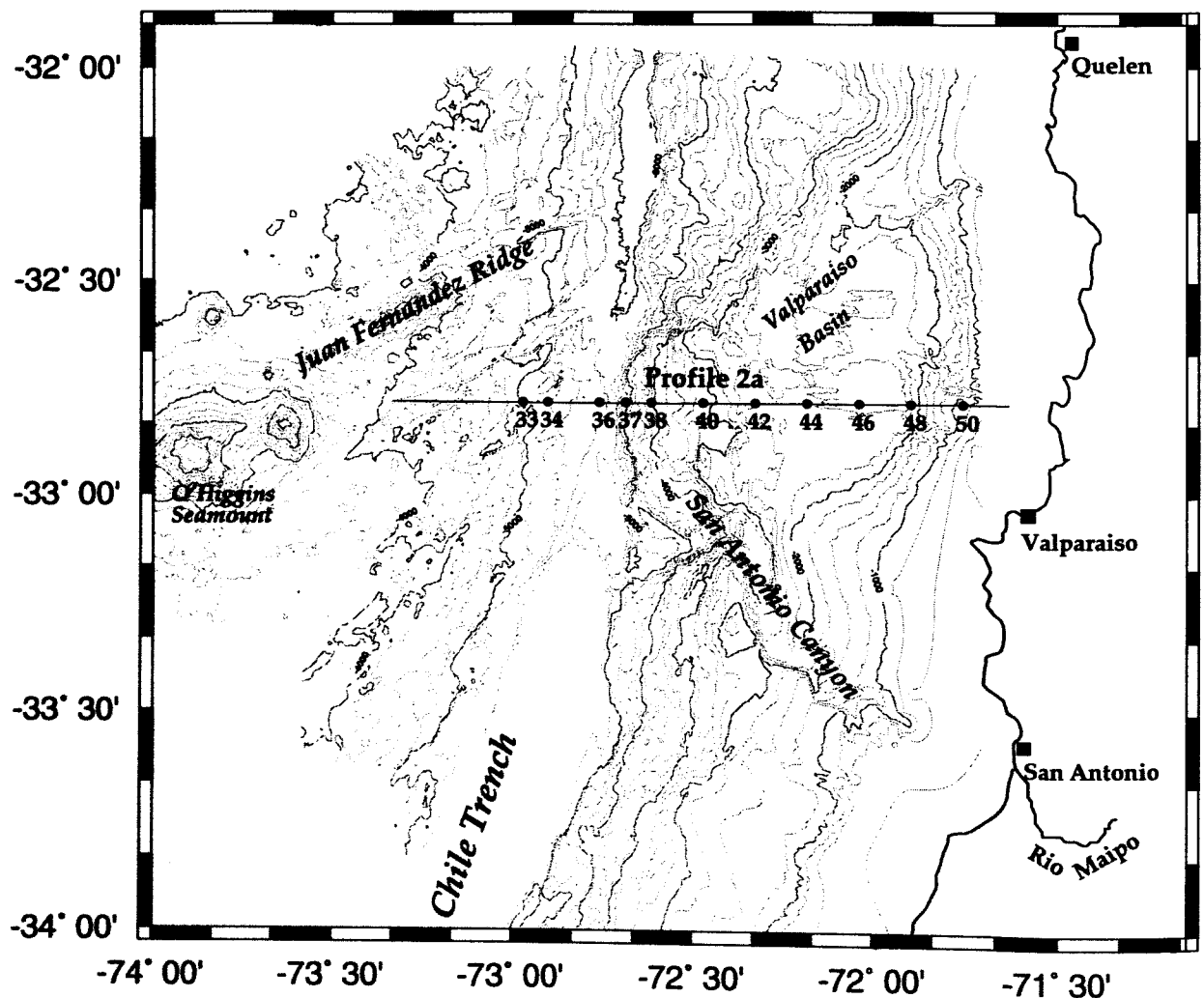


Abbildung 6.3.4.2.1: Lageplan der ausgebrachten OBH auf Profil 2

Am 06.07. gegen 08:00 wurden die Airguns ausgesetzt, um 08:38 fiel der erste Schuß. Der Triggerabstand betrug wieder 60 s. Bis 11:17 konnte mit beiden Kanonen geschossen werden, dann mußte die Bb-Airgun wegen eines gebrochenen Versorgungsstrangs eingeholt werden. Der Fehler konnte behoben werden, so daß ab 14:40 wieder mit beiden Kanonen geschossen wurde. Am 07.07. gegen 02:00 riß die Zugseilbefestigung der Stb-Airgun, sie war nur noch über den Versorgungsschlauch mit dem Schiff verbunden. Zunächst wurde die Backbord-Kanone eingeholt, um genügend Manövrierfähigkeit zu erlangen. Mit Professionalität und Ruhe konnte die Mannschaft die Stb-Airgun bergen. Die Mittschiff(Ms)-Kanone (vom Alfred Wegener-Institut) wurde daraufhin zum erstenmal eingesetzt und um 3:23 das Schießen auf dem Profil fortgesetzt. Auch diese Airgun fiel kurze Zeit später wegen einer durchgescheuerten Triggerleitung um 5:10 aus. Nach einigen Reperaturarbeiten konnte ab 11:31 zunächst mit einer, ab 16:03 mit zwei Kanonen weitergeschossen werden, bis um 22:34 das Profilende erreicht wurde. Um bei den Daten Schußlücken zu vermeiden wurde nach dem Airgunausfall zur letzten Schußposition zurückgekehrt, bevor das Schießen auf dem Profil wieder aufgenommen wurde.

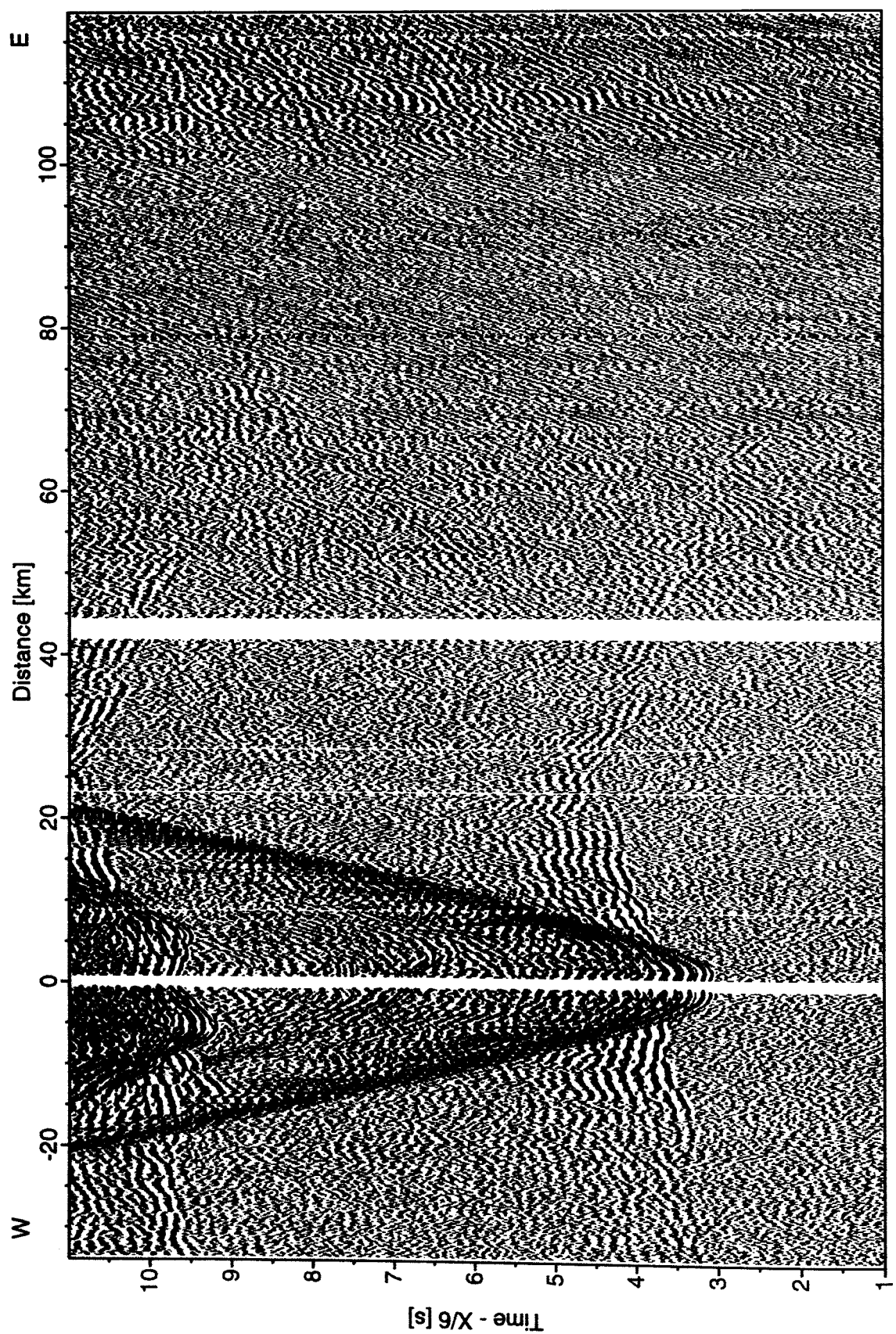
Nach Einholen der Airguns wurde mit dem Aufnehmen der OBH begonnen. Das erste Gerät war am 08.7. gegen 00:30 an Deck, das letzte um 19:10. Das Gerät an der Position 34 wurde 2,5 Meilen nach Norden verdriftet angetroffen. Es stellte sich heraus, daß Wasser in den Releaser eingedrungen war und das Zeitrelease etwa 6 Stunden vor dem geplanten Aufnehmen ausgelöst hatte. Auch der Releaser der Station 46 hatte einen erheblichen Wassereinbruch. Dieser muß aber erst beim Aufsteigen aufgetreten sein, da sich das Gerät ohne Probleme ansprechen und auslösen ließ. Beim Abspielen der Daten traten keine größeren Probleme auf. Alle Bänder konnten gelesen werden. Die Daten sind in den Abbildungen 6.3.4.2.2 - 6.3.4.2.12 dargestellt. Mit Ausnahme der Station 46 haben die Sektionen eine gute Qualität. Wie bei Profil 1 lassen sich die Einsätze zum Teil bis zu Entfernungen über 80 km verfolgen.

1-D Geschwindigkeitsmodellierung von Profil 2

Wie für Profil eins wurde als erster Schritt der Interpretation auch für Profil 2 eine 1-D Geschwindigkeitsmodellierung mit dem auf Apple Macintosh™ Computern laufenden Programm R1D (Luetgert 1992) durchgeführt. Die Vorgehensweise und die zu berücksichtigenden Einschränkungen sind bereits in Kapitel 6.3.4.1 genannt worden.

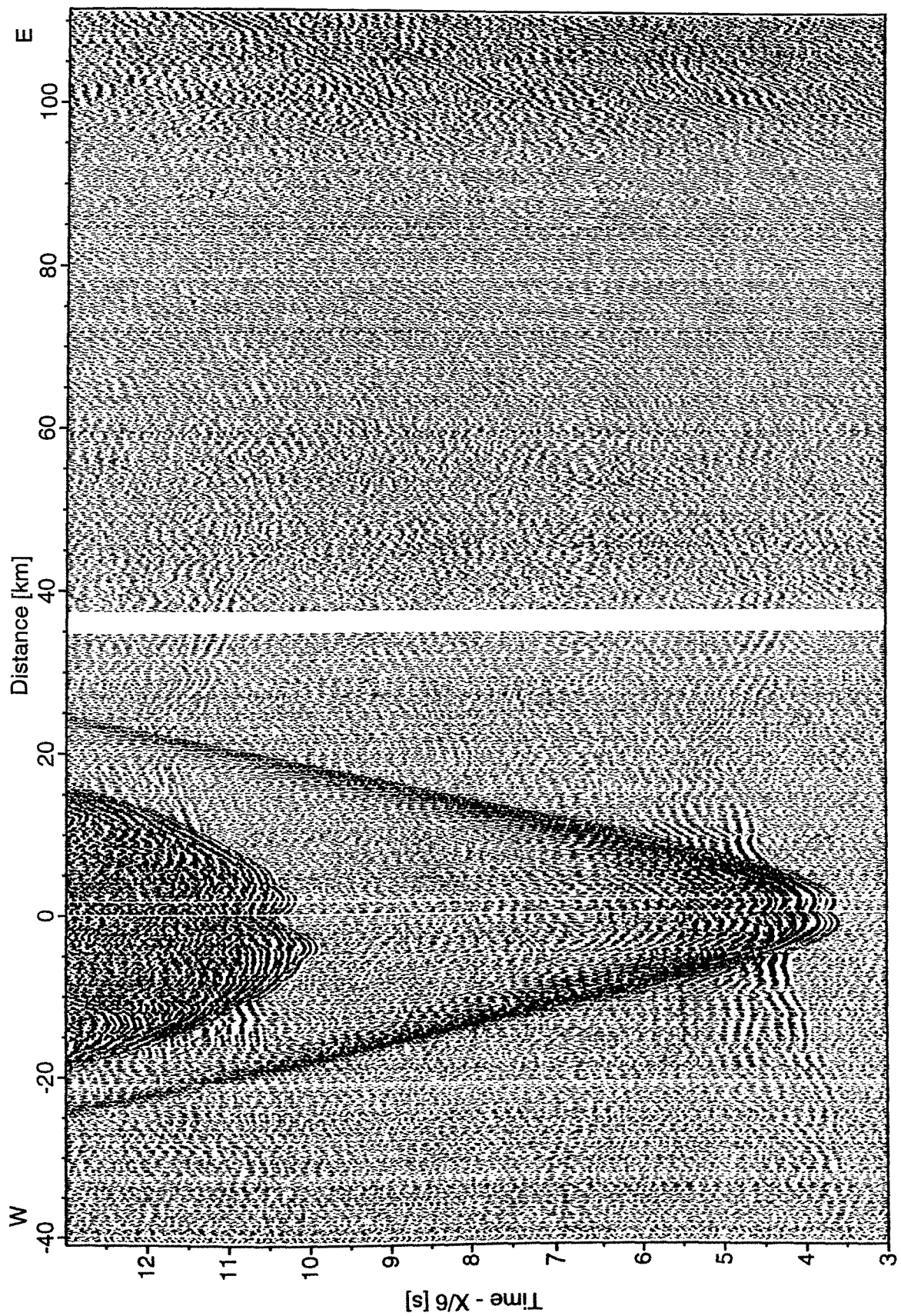
Der obere Teil der Abbildung 6.3.4.2.13 zeigt die gepickten Laufzeiten der einzelnen OBH-Stationen, der untere Teil die zugehörigen Geschwindigkeitstiefenfunktionen in westliche und östliche Richtung. Auch wenn die Modelle nur eingeschränkte Aussagekraft besitzen, so lassen sich doch erste Informationen über die laterale Änderung der geologischen Struktur längs des Profils entnehmen.

Die am westlichen Ende des Profils gelegenen Stationen 33-36 zeigen vor allem in ihren westlichen 1-D Modellen das typische Bild ozeanischer Kruste: Die Modelle weisen einen schnellen Geschwindigkeitsanstieg auf etwa 6,5 km/s auf, worauf sich eine 5-6 km mächtige Schicht anschließt, in der die Geschwindigkeit auf circa 7-7,5 km/s ansteigt, bevor in einer Tiefe von etwa 12 km die Grenze zum oberen Mantel mit einem Geschwindigkeitssprung auf 8 km/s folgt. Die weiter im Osten gelegenen Stationen 40-44 zeigen deutlich niedrigere Geschwindigkeiten in den oberen 10-12 km, was sich auf die Sedimente des Valparaiso-Beckens und den Akkretionskeil zurückführen läßt. Besonders deutlich wird der Übergang von ozeanischer zu kontinentaler Kruste an der Asymmetrie der 1-D Funktionen von Station 37, die unmittelbar östlich des Grabens gelegen ist (vgl. auch die Seismogrammsektion in Abbildung 6.3.4.2.5). Zum Westen zeigt sich ozeanische Kruste unterhalb einer 1-2 km mächtigen Sedimentschicht, im Osten wird eine Geschwindigkeit von 6,5 km/s erst in der Tiefe von etwa 9 km erreicht.



CONDOR, Profile 2, OBH=33, channel=2

Abbildung 6.3.4.2.2 : Seismogrammsection von OBH33 für Profil 2.



CONDOR, Profile 2, OBH=34, channel=2

Abbildung 6.3.4.2.3 : Seismogrammsektion von OBH34 für Profil 2.

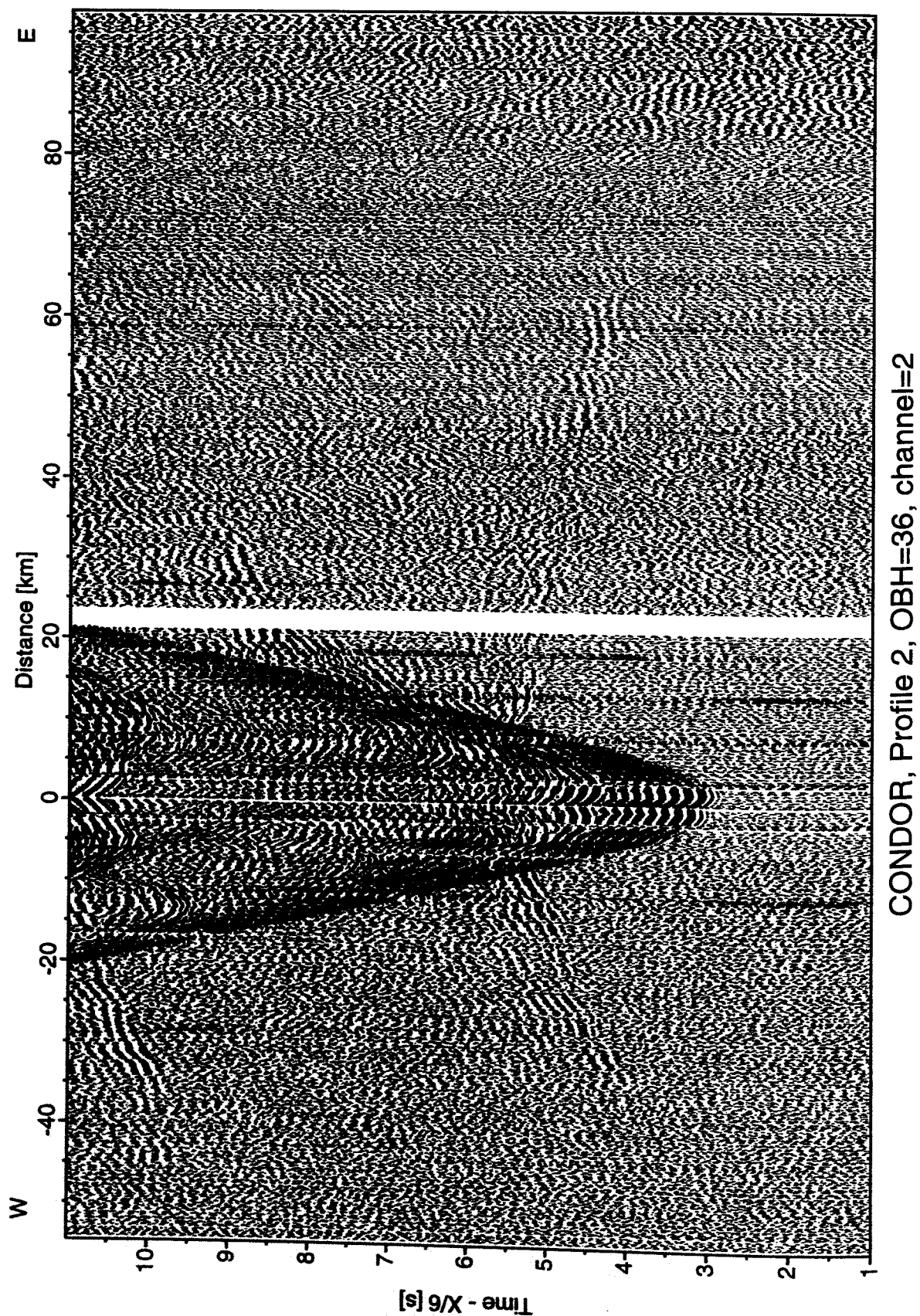
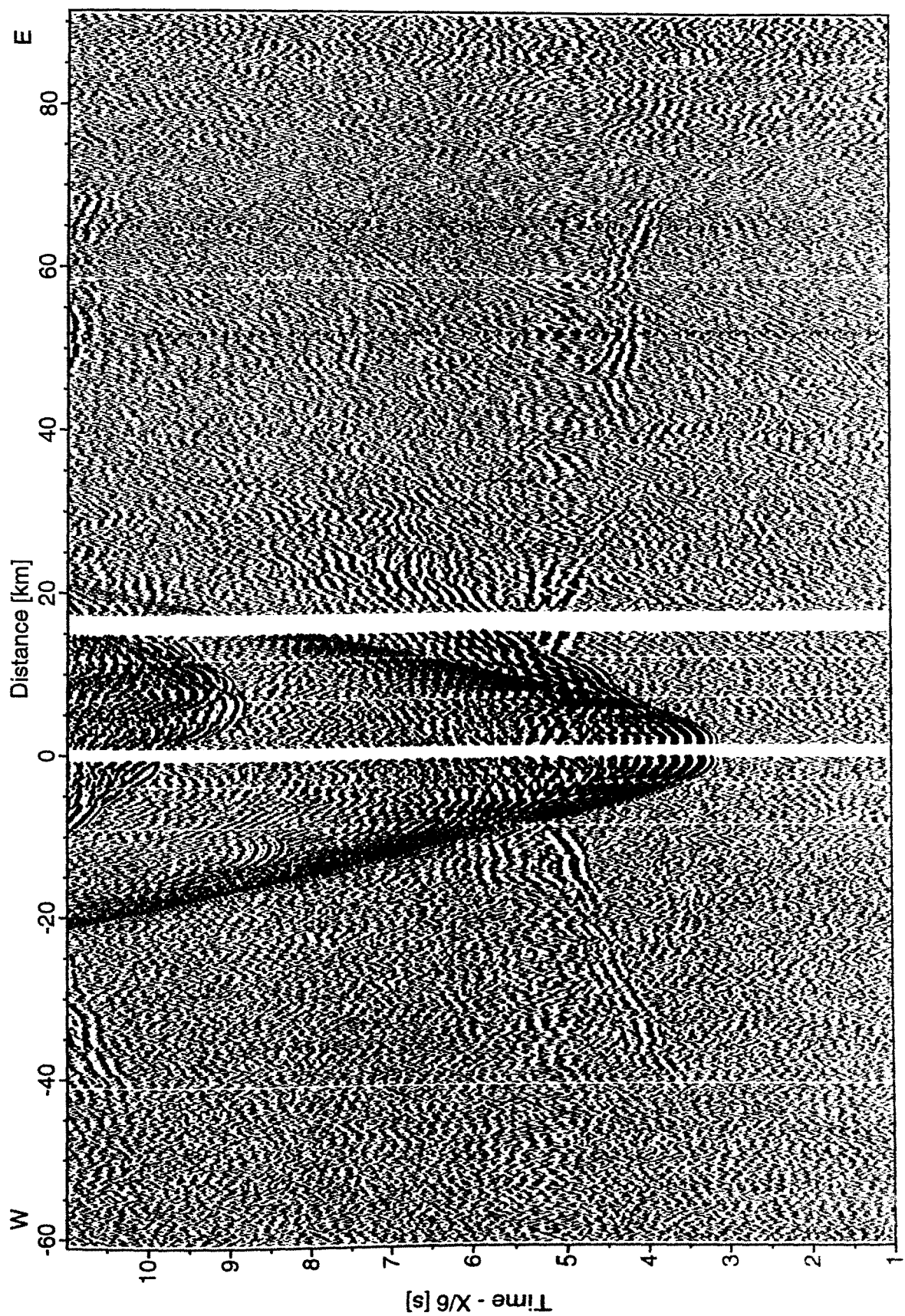
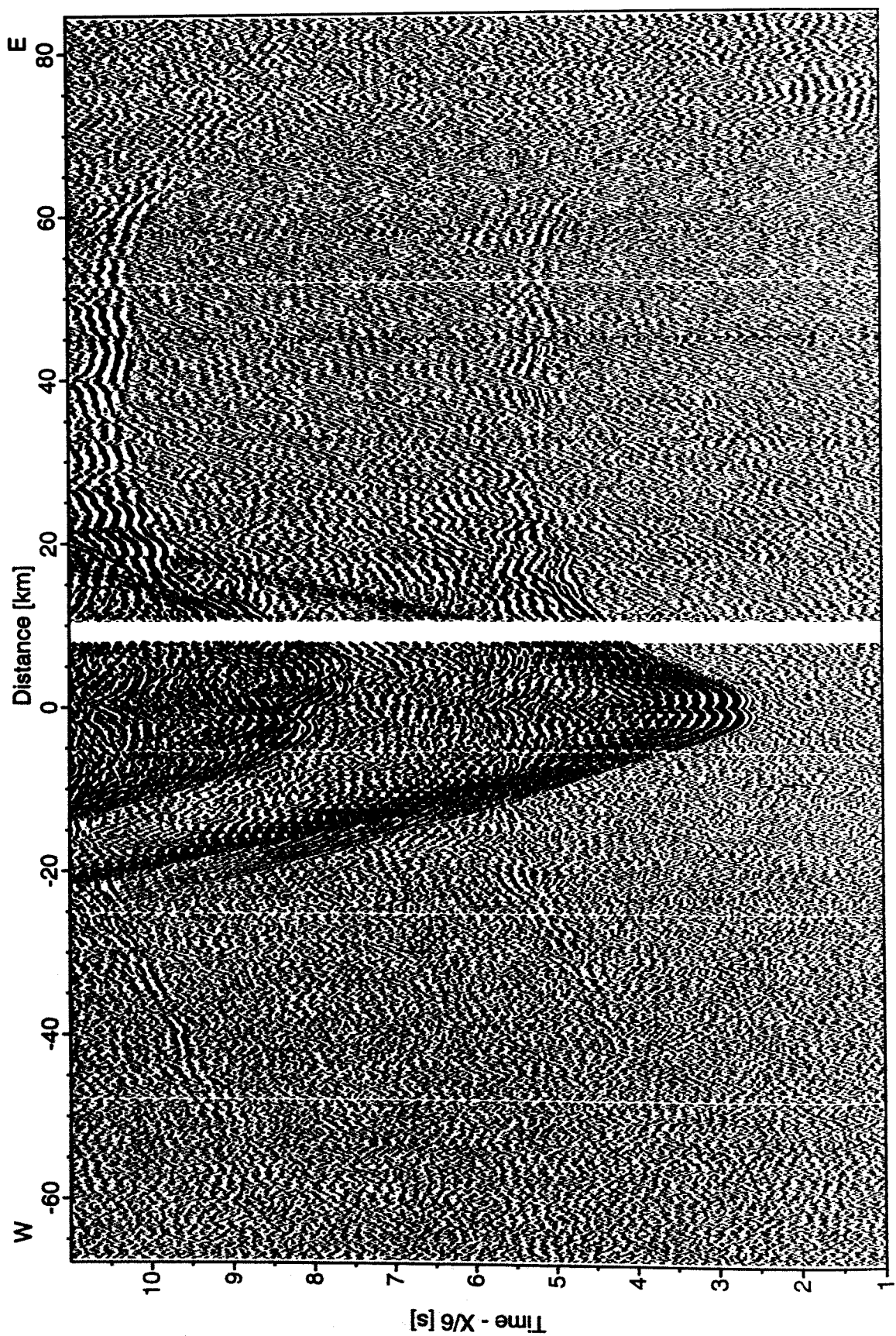


Abbildung 6.3.4.2.4 : Seismogrammsection von OBH36 für Profil 2. Diese Daten wurden 1000 m über dem Meeresboden aufgenommen.



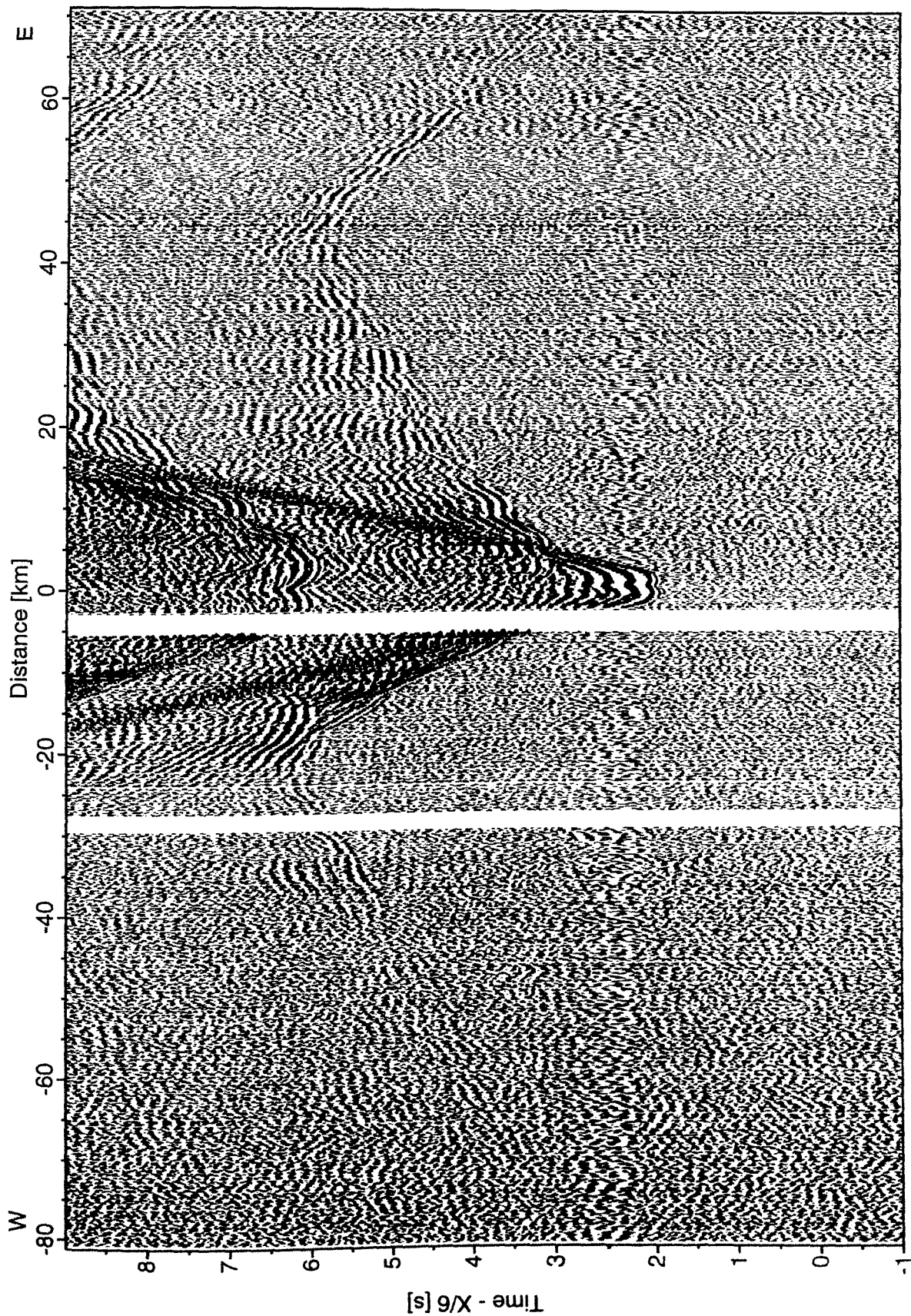
CONDOR, Profile 2, OBH=37, channel=2

Abbildung 6.3.4.2.5 : Seismogrammsection von OBH37 für Profil 2.



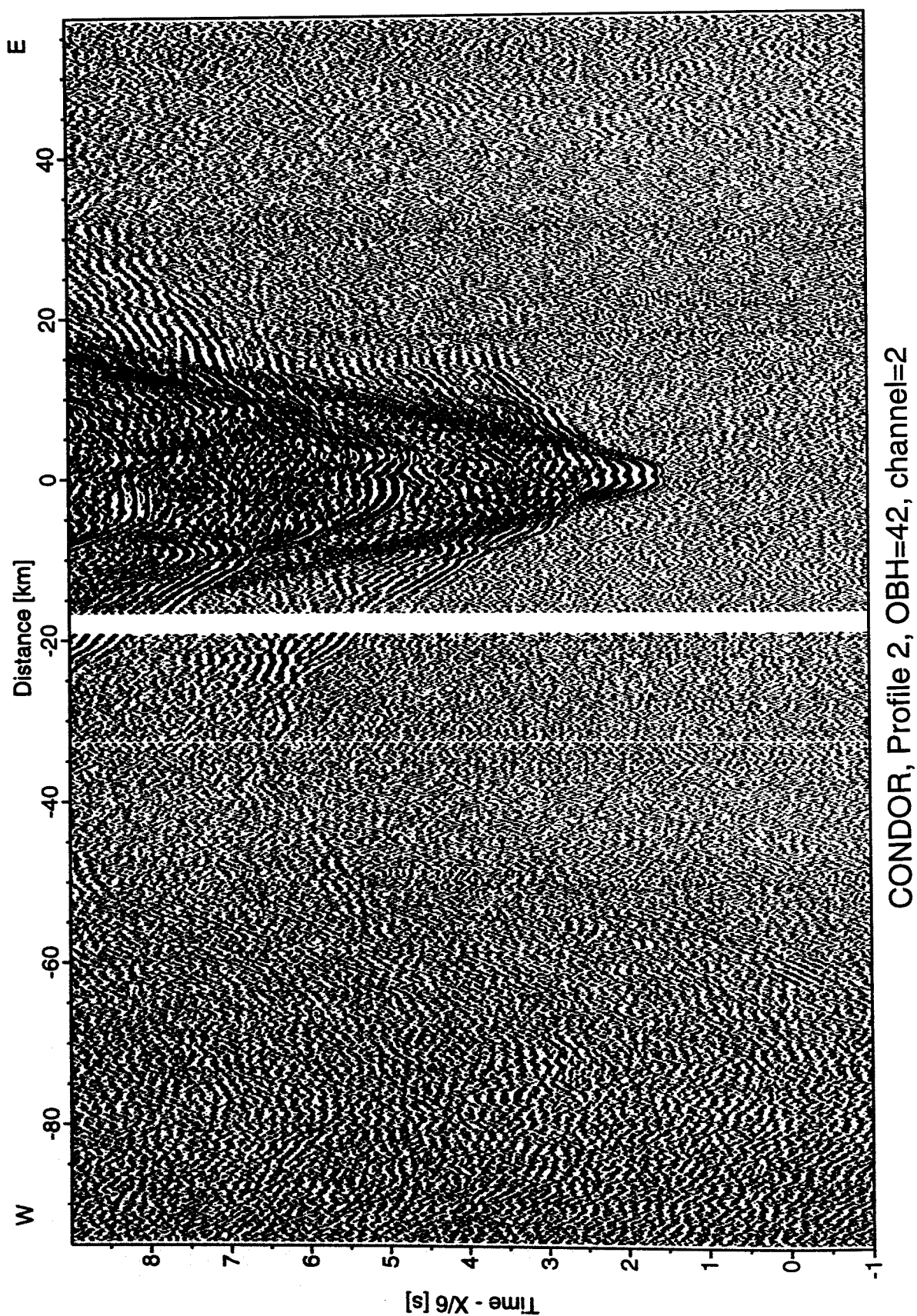
CONDOR, Profile 2, OBH=38, channel=2

Abbildung 6.3.4.2.6 : Seismogrammsection von OBH38 für Profil 2.



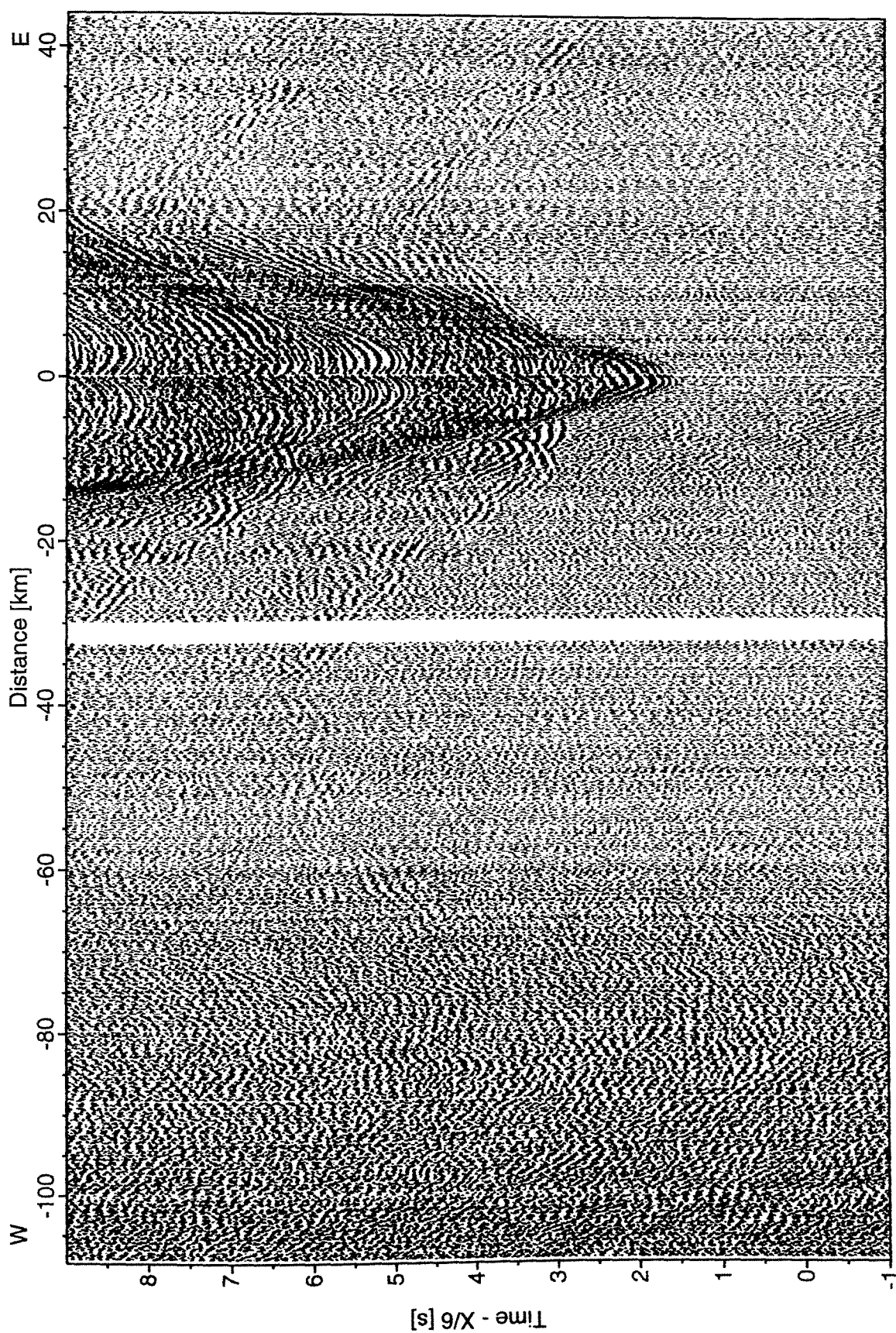
CONDOR, Profile 2, OBH=40, channel=2

Abbildung 6.3.4.2.7 : Seismogrammsection von OBH40 für Profil 2.



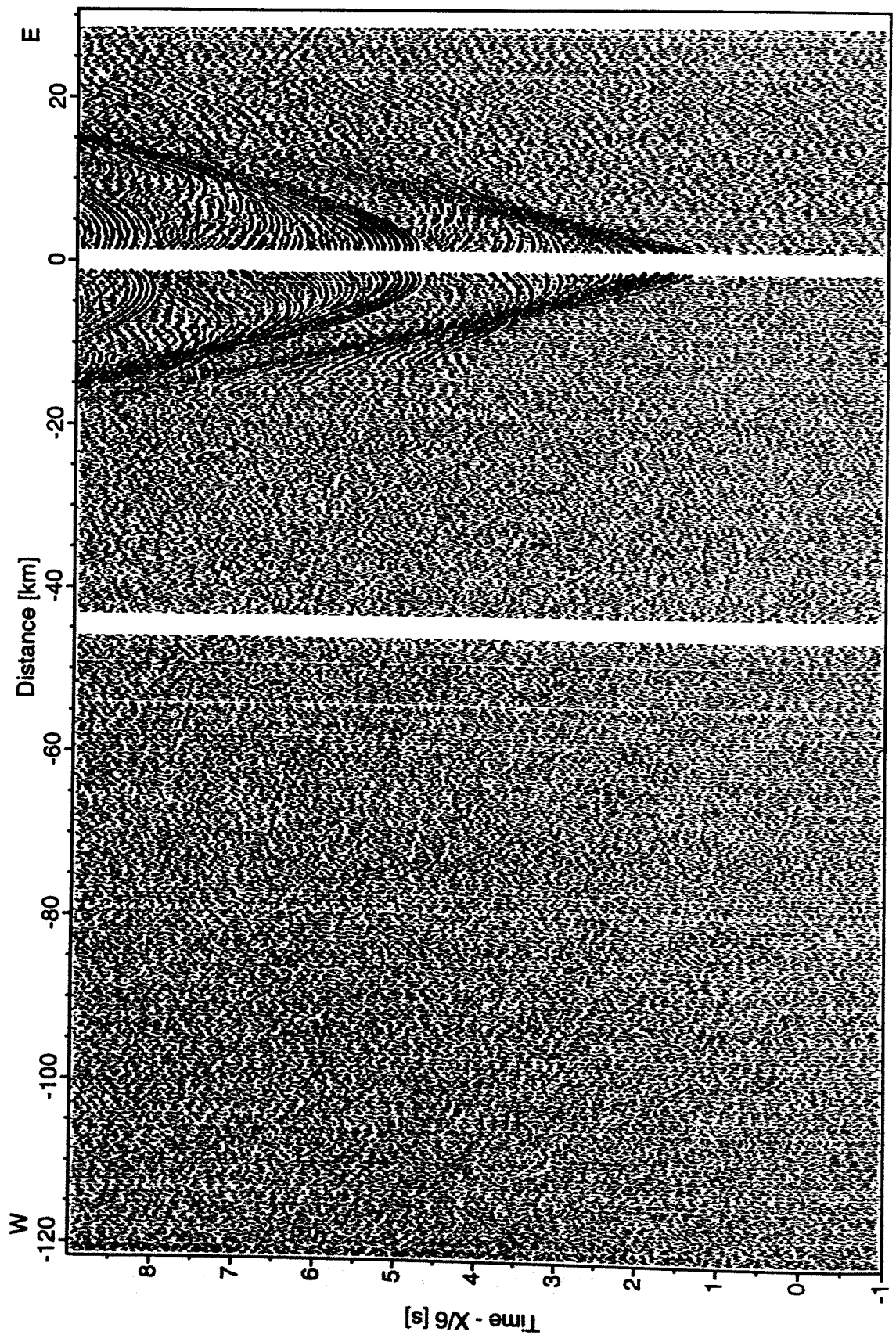
CONDOR, Profile 2, OBH=42, channel=2

Abbildung 6.3.4.2.8 : Seismogrammsektion von OBH42 für Profil 2.



CONDOR, Profile 2, OBH=44, channel=2

Abbildung 6.3.4.2.9 : Seismogrammsection von OBH44 für Profil 2.



CONDOR, Profile 2, OBH=46, channel=2

Abbildung 6.3.4.2.10 : Seismogrammsektion von OBH46 für Profil 2.

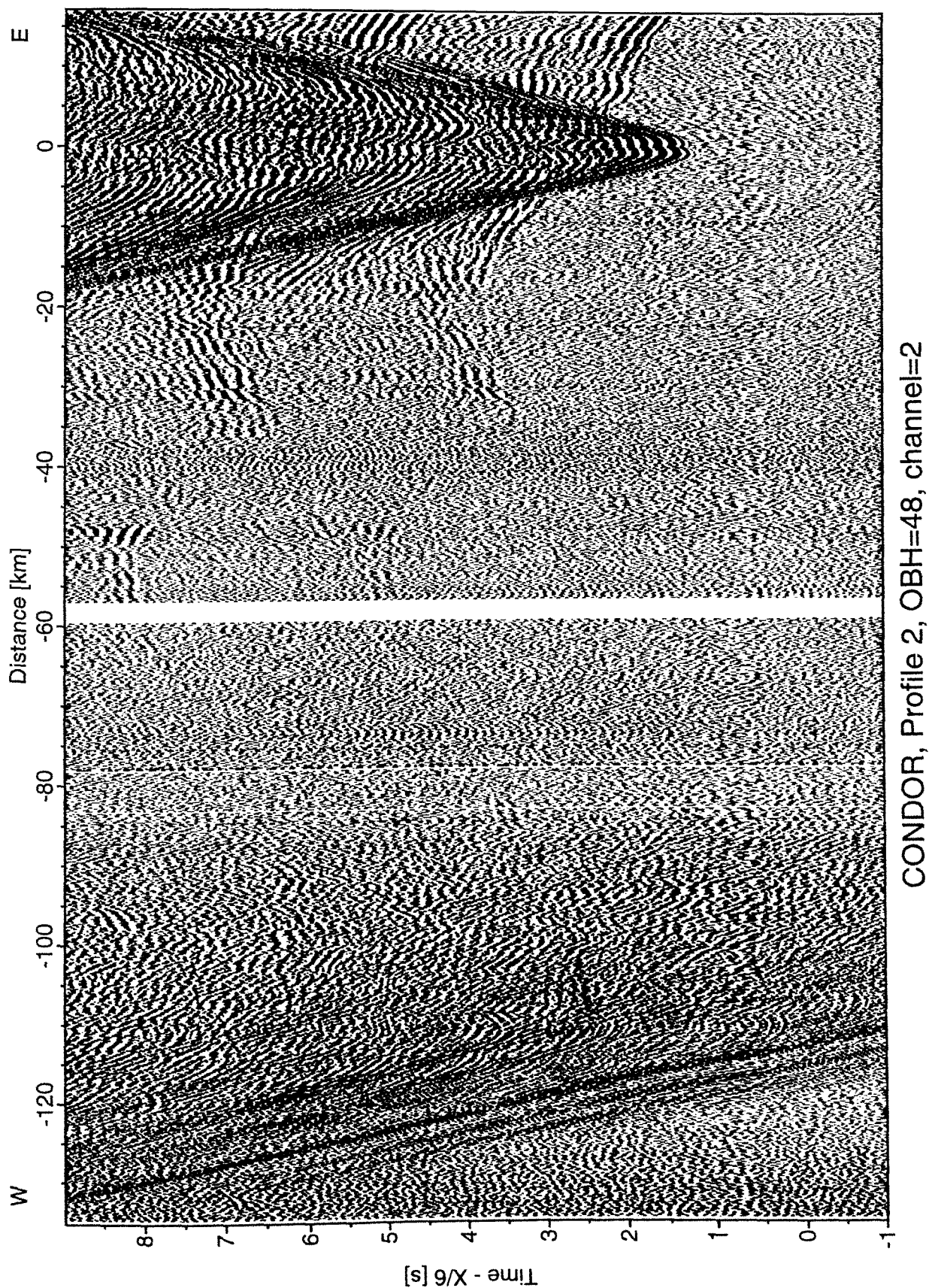
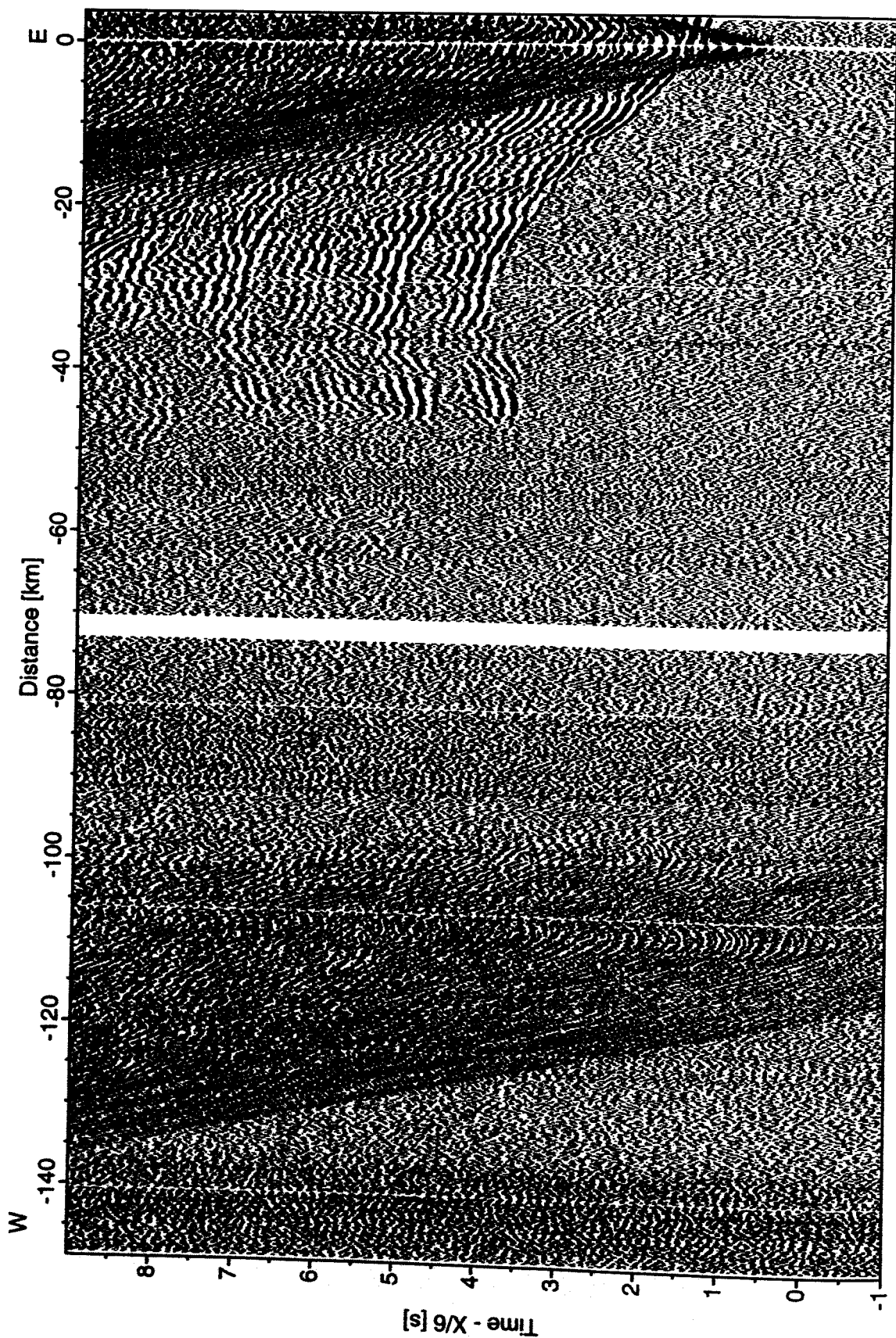


Abbildung 6.3.4.2.11 : Seismogrammsektion von OBH48 für Profil 2.



CONDOR, Profile 2, OBH=50, channel=2

Abbildung 6.3.4.2.12 : Seismogrammsection von OBH50 für Profil 2.

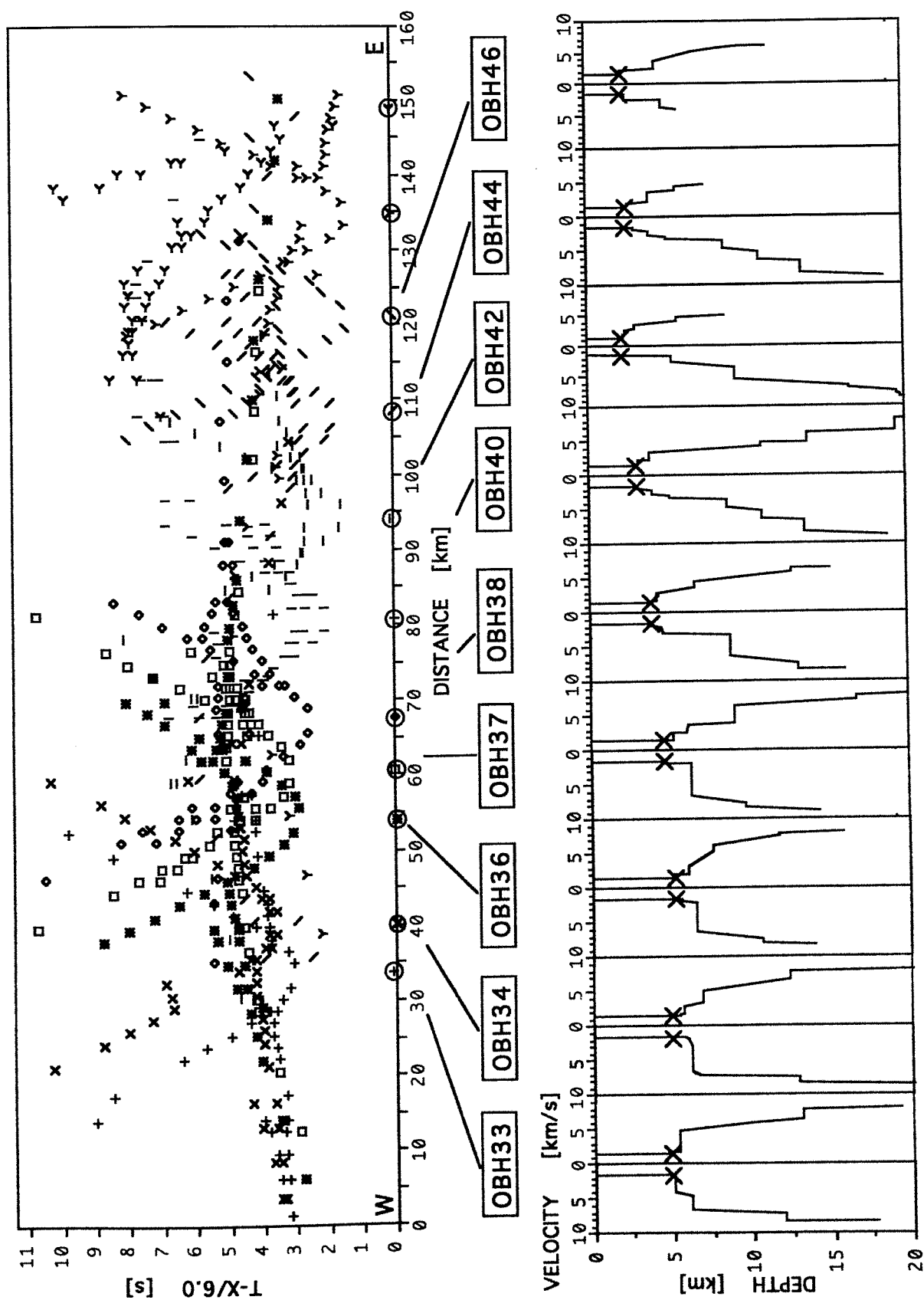


Abbildung 6.3.4.2.13: Laufzeiten und Ergebnisse der 1-D Modellierung auf Profil 2.
 Traveltimes and results of 1-D modelling along Profile 2.

Preliminary 2-D Modelling of Profile 2

(C. Zelt, M. Gerdorf, A. Biegling, A. Lefman, N. Vidal)

A preliminary 2D model for Profile 2 has been developed using the 11 OBHs from the first deployment (33, 34, 36, 37, 38, 40, 42, 44, 46, 48 and 50) and the same modeling and inversion procedure described for Profile 1. The starting model used sediment thickness from analysis of coincident reflection data recorded along Line 17 during the Sonne 101 cruise (von Huene et al., 1995) and the final preliminary model for profile 1 for the 2D structure beneath the shallow sediments.

The same six phases used in modeling Profile 1 were used for Profile 2. One strong phase from OBH 36 to the east at 7-9 s (using a reducing velocity of 6 km/s) and 10-35 km offset has not yet been identified. After re-picking the data using ZPLOT, there were a total of 1075 picks for all OBHs and phases.

The starting model provided a traveltimes fit with an RMS residual of ca. 400 ms. After forward modeling to develop a model which was capable of predicting most of the observed phases at the correct offsets, the fit was improved to ca. 340 ms. The final preliminary model presented in Figure 6.3.4.2.14 contains ~50 independent model parameters used in the inversion and predicts 1055 of the observed pick times with an RMS residual of 190 ms. The comparison between observed and calculated traveltimes for each OBH is presented in Figure 6.3.4.2.15 and the corresponding ray diagram connecting all source-receiver pairs is shown in Figure 6.3.4.2.16. Figure 6.3.4.2.17 shows a synthetic seismogram section for OBH 40 which can be used for amplitude modeling of the data.

As with Profile 1, the traveltimes comparisons show several large discrepancies which may be a result of picking errors or they may simply require further more detailed modeling using all OBHs after picking all traces. The ray diagram shows the maximum sampling depth is again about 25 km. Although very preliminary, a number of features of the Profile 2 model presented in Figure 6.3.4.2.14 are of interest, particularly when compared with the Profile 1 model, and are likely to remain after further modeling is performed:

- the oceanic crust is 4-5 km thick west of the trench and 0.2-0.5 km/s less in velocity compared to Profile 1.
- the sediments across the margin have relatively low velocities, ~2 km/s, and are generally thinner than along Profile 1, ca. 1 km, except within the Valparaiso Basin where they are up to 4 km thick.
- the accretionary wedge is similar in size, shape and velocity to that imaged along Profile 1, except its upper and lower boundaries are 1-2 km shallower.
- there is a sharp transition in velocity at ca. 105 km from the accretionary wedge to the continental upper crust, and no evidence for a low-velocity zone or negative vertical velocity gradient at this position as imaged along Profile 1.
- similar to Profile 1, the continental upper crust has relatively low velocity (generally < 6 km/s), suggesting that it is either not crystalline or it is highly fractured.
- the continental lower crust is not well sampled by the OBH data, but it appears to be of typical velocity (generally 6.7-6.9 km/s) and the velocity directly beneath the accretionary wedge is 0.5-1.0 km/s greater than for Profile 1.
- the velocity at the top and bottom of the oceanic crust portion of the subducting plate to about 25 km depth is variable, but the average velocity remains roughly constant.

- the average dip of the upper portion of the subducting plate as imaged to about 25 km depth is ca. 10° , or about the same as for Profile 1

Thus, there are interesting and important similarities and differences in the models for the two profiles across the central Chilean margin. These will be better defined after the final modeling of all data along both profiles is complete.

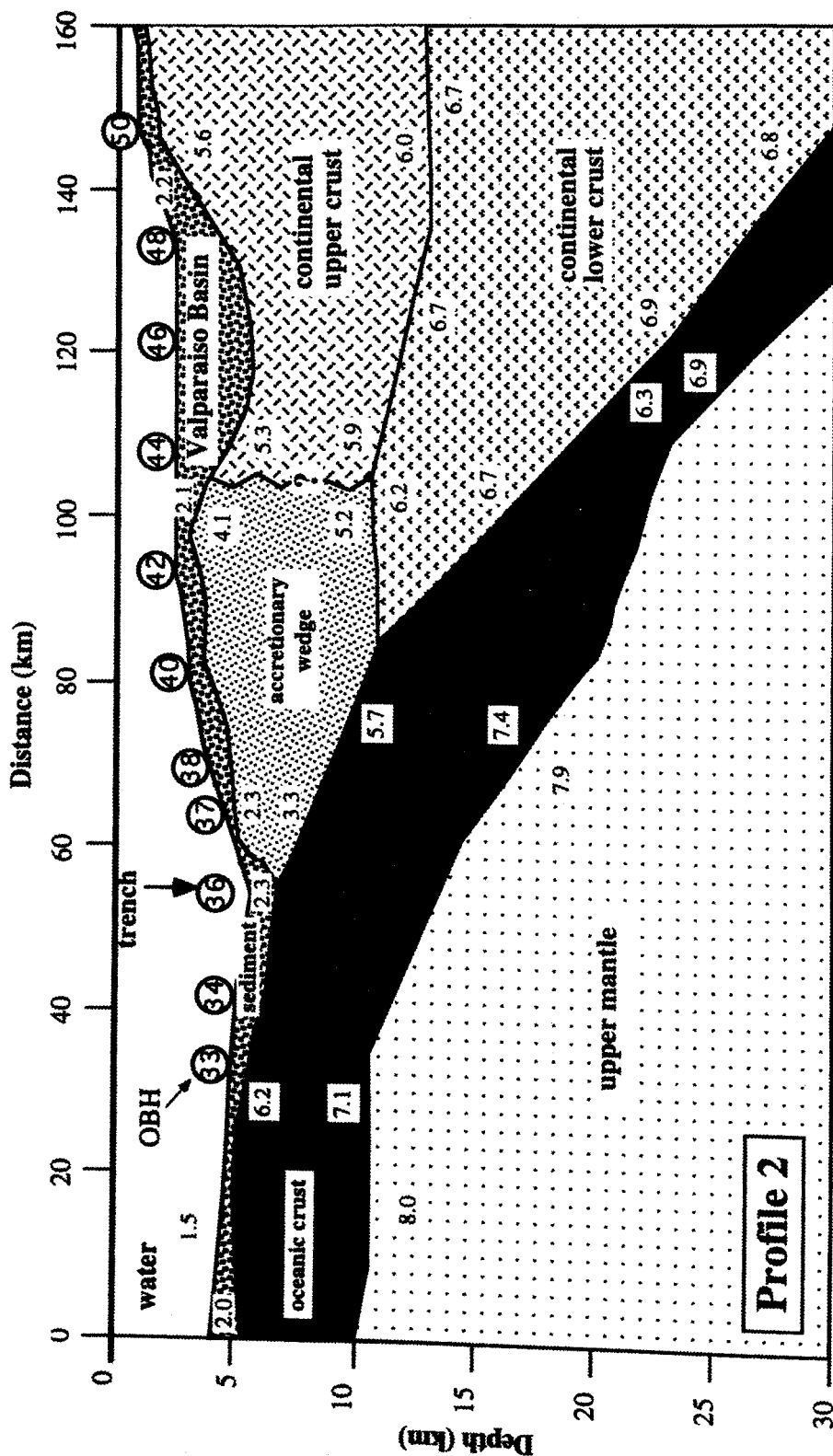


Figure 6.3.4.2.14: Preliminary velocity model for Profile 2. Velocities in km/s are indicated throughout the model and the 11 OBH locations from which data were used in the analysis are shown. The position of the Chile Trench is indicated, although it is not apparent in the simplified bathymetry used in the model. A general description of each layer is provided; the nature of the boundary labeled with “?” is unclear.

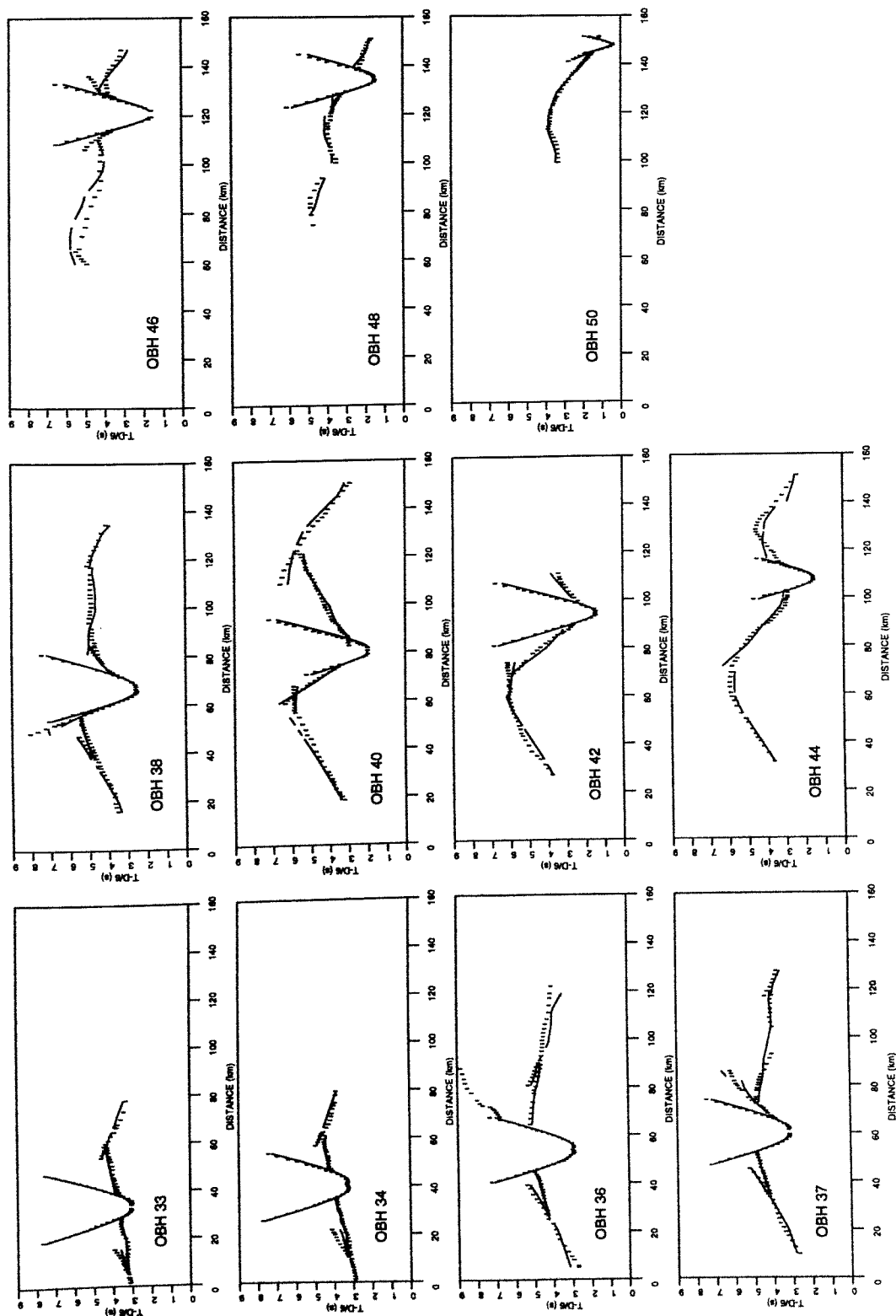


Figure 6.3.4.2.15: Comparison of observed and calculated traveltimes for each OBH used in the preliminary 2D modeling of Profile 2. The observed times are indicated by vertical bars corresponding to ± 100 ms, the calculated times by lines. A reducing velocity of 6 km/s has been applied and the distance axis corresponds to the model shown in Figure 6.3.4.2.14.

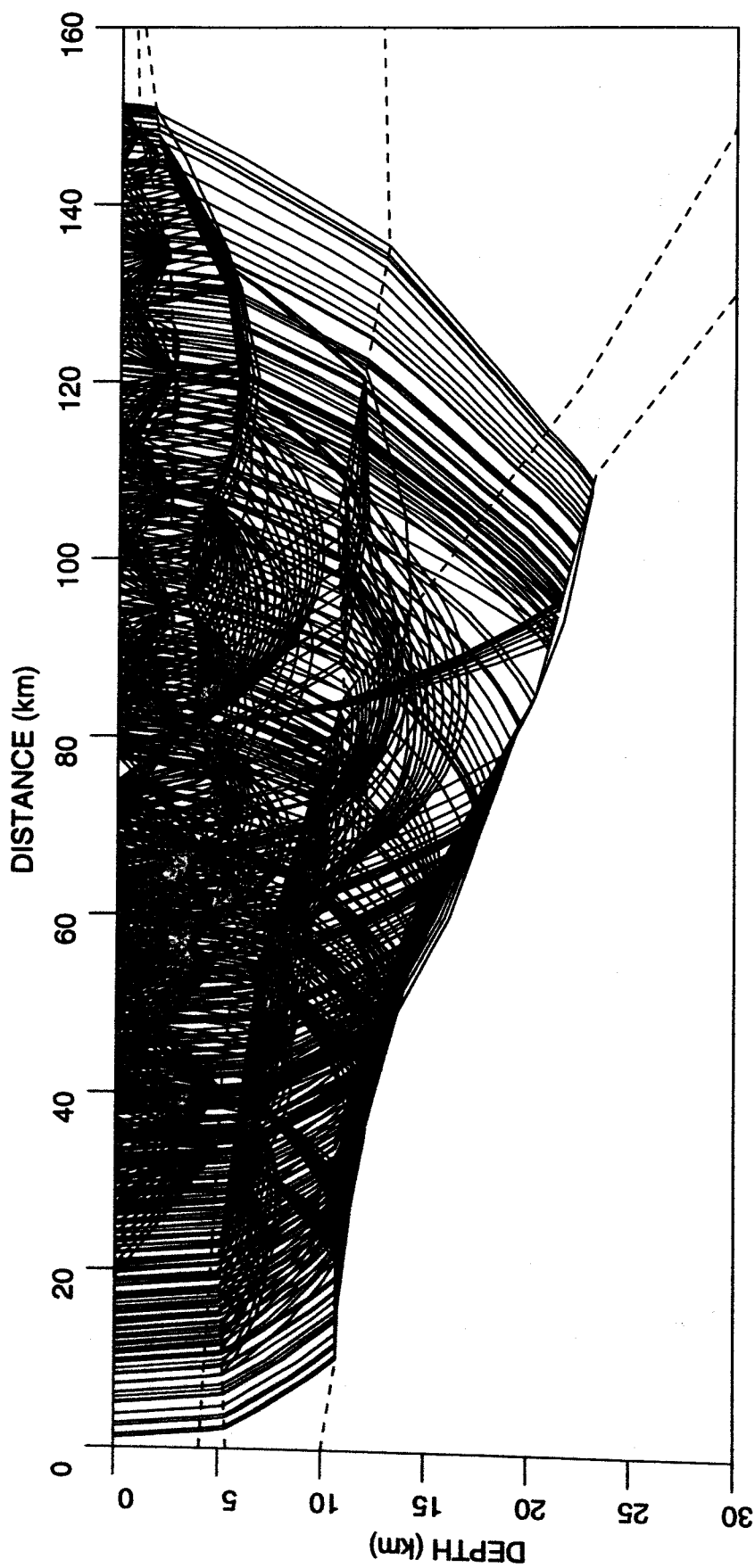


Figure 6.3.4.2.16: Ray diagram for all OBHs used in the preliminary 2D modeling of Profile 2. The ray path connecting each source-receiver pair used in the inversion is shown.

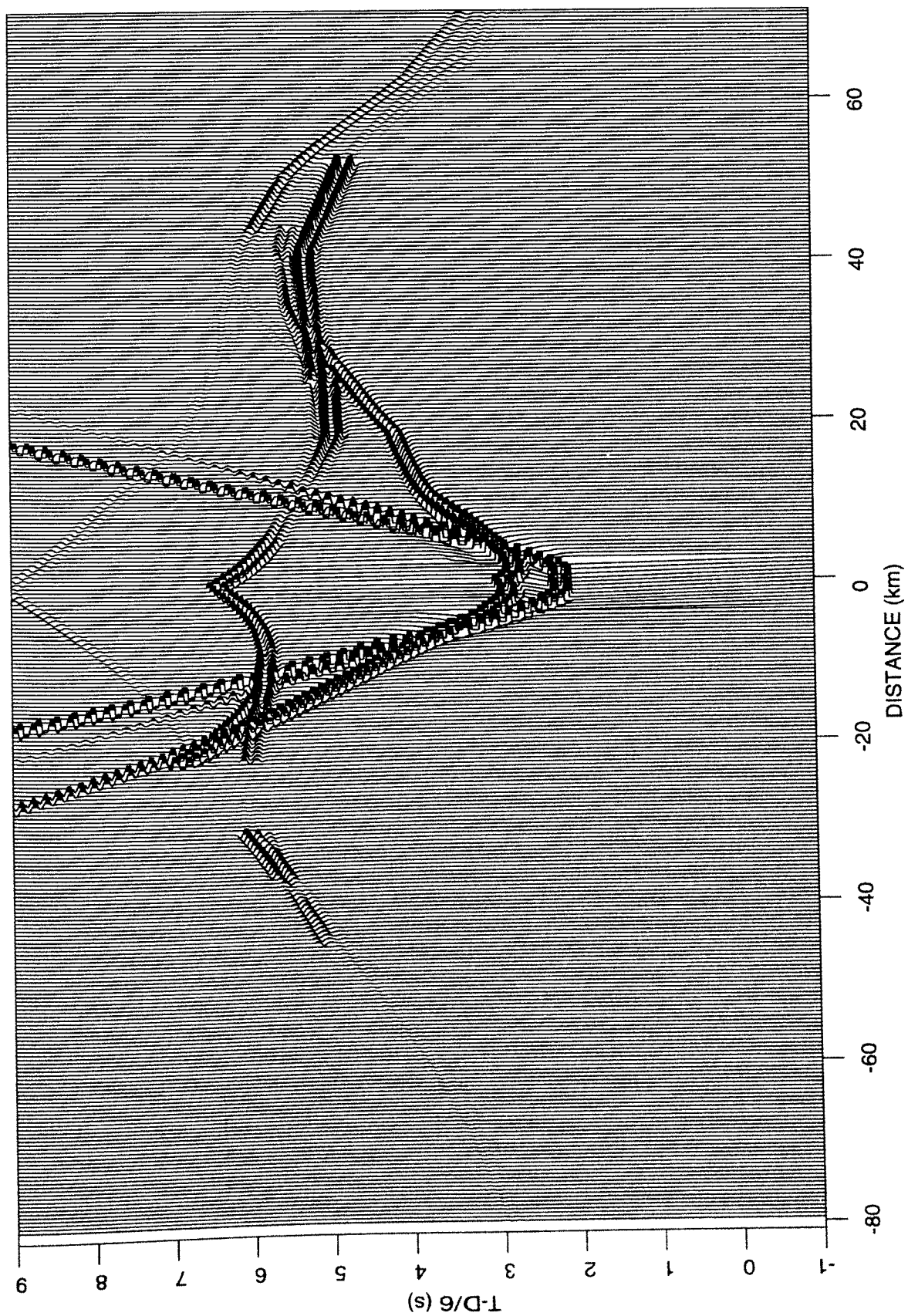


Figure 6.3.4.2.17: Synthetic seismogram section for OBH 40 in true relative amplitude format with clipping. Only primary reflections and refractions are included. The source wavelet was extracted from the observed data.

6.3.4.3 Die 3-D Fläche

(E. Flüh, M. Gerdorn, J. Bialas, C. Zelt, S. Husen, A. Biegling)

Für dieses Experiment standen nur 10 der vorgesehenen 11 OBH zur Verfügung. Sie wurden in der Nacht vom 08/09.07. bis zum Mittag des 09.07. ausgebracht, in Wassertiefen zwischen 362 m (Position 66) und 5056 m (Position 70). Die Position 68 wurde nicht besetzt, da kurzfristig ein Gerät ausfiel. Die Lage der Geräte und der Profile ist in Abbildung 6.3.4.3 gezeigt. Da die Dauer des Ausbringens für einige Geräte 5 bis 6 Tage betragen sollte, wurden auf den Positionen 61 bis 65 Monozellen statt der Bleiakkus für die Registrierelektronik eingesetzt.

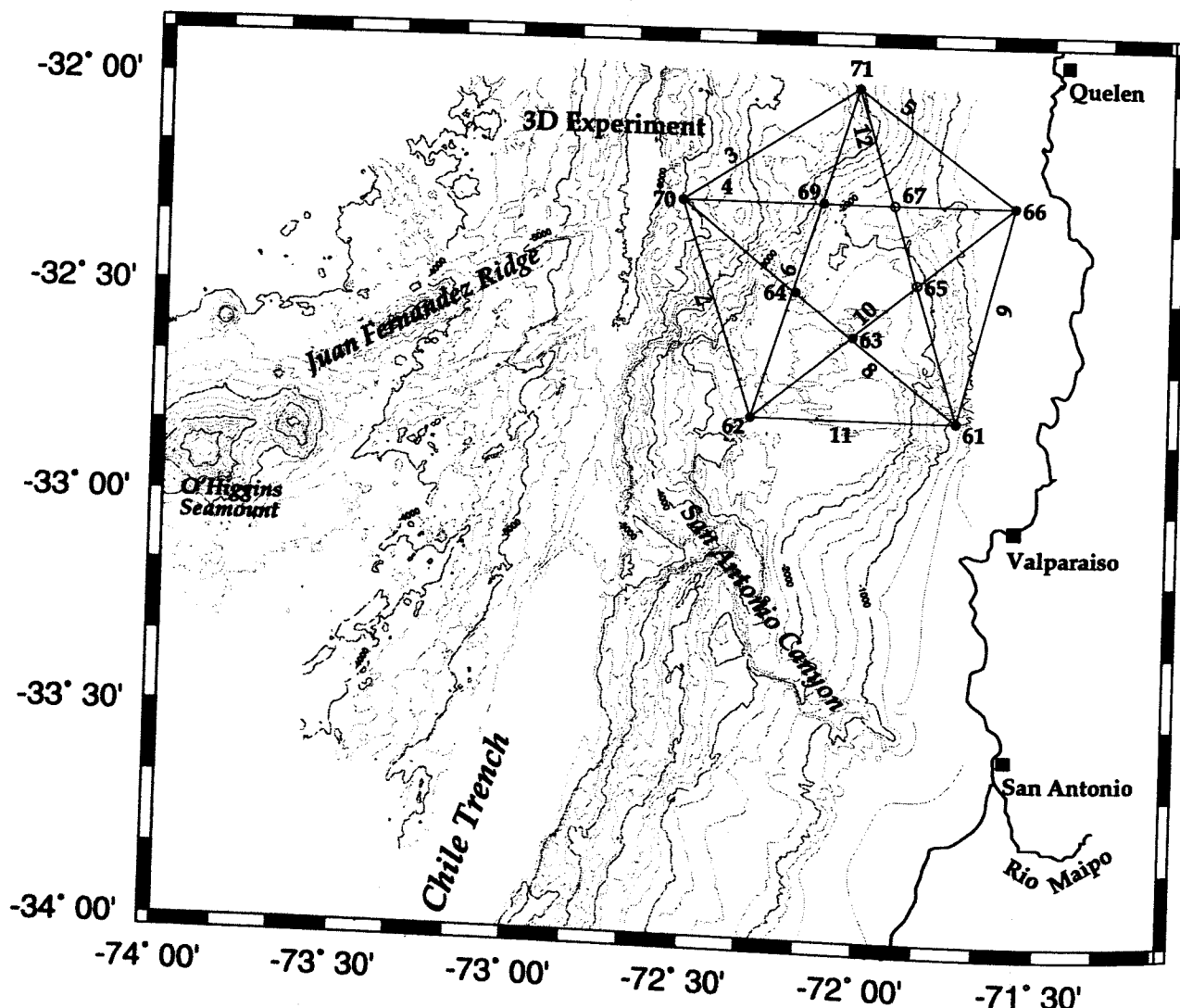


Abbildung 6.3.4.3.1 : Lageplan der Stationen und Profile für das 3-D Experiment.

Das Schießen begann um 11:47 auf Profil 3 zunächst nur mit der Stb Airgun, da bei der Bb Airgun nach dem Ausbringen ein Defekt in der Triggerleitung festgestellt wurde. Dieser war gegen 16:00 behoben. Während der Wenden auf das jeweils folgende Profil wurden die Ms und Stb Airguns abgestellt und dicht geholt, die Bb Kanone blieb immer in Betrieb. Das 400 Meilen umfassende Meßnetz wurde mit etwa

4 Knoten Fahrt abgeschossen. Mehrfach mußten die Stb und die Ms Airgun eingeholt und repariert werden, während die Bb Airgun das gesamte Profilvernetz durchgehend in Betrieb blieb und erst etwa 30 Minuten vor dem Profilende wegen eines defekten Triggerkabels aussetzte. Eine Aufstellung der Schüsse ist im Anhang beigelegt, insgesamt wurden 6155 Schüsse abgefeuert. Bei absoluter Windstille wurden zum Abschluß erstmals alle drei Airguns gleichzeitig gefeuert, es traten keinerlei Probleme auf. Nach über 4 Tagen wurden die Airguns am 13.07. zwischen 18:00 und 19:00 Uhr nach Abschluß von Profil 12 eingeholt.

Während des Abschießens von Profil 9 und der angrenzenden Teile der anschließenden Profile, die die chilenischen Hoheitsgewässer innerhalb der 3 bis 12 Meilenzone berührten, wurden Hydrosweep und Parasound abgestellt und die Wassertiefen manuell vom Echolot abgeschrieben und später in die Navigationsdatei nachgetragen.

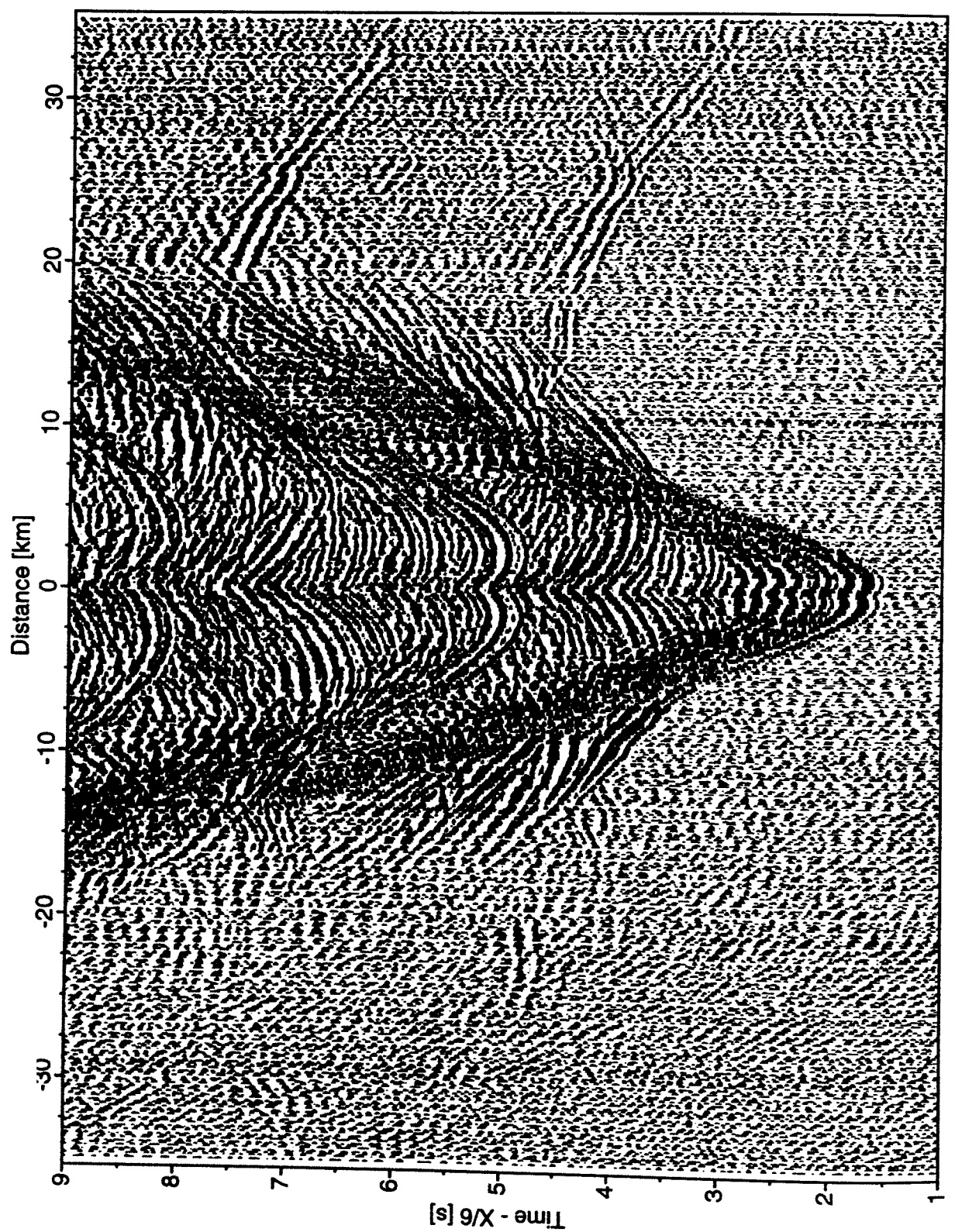
Das erste OBH war um 20:00 an Deck, das weitere Aufnehmen dauerte bis in die Nacht des 14.07., wobei gleichzeitig schon wieder Geräte für das Profil 2B ausgesetzt wurden. Das OBH auf Position 70 ließ sich lange Zeit nicht ansprechen, eine anschließende Überprüfung ergab, daß zwei Frequenzen nicht exakt eingestellt waren. Bei mehreren Geräten waren leider die Batterien nicht ausreichend genug dimensioniert, so daß ein exakter Zeitabgleich nicht mehr durchgeführt werden konnte. An einigen Druckzylindern, insbesondere den leichten Aluminiumzylindern, waren markante Korrosionsspuren zu sehen.

Das gewonnene Datenvolumen überstieg die Kapazität der an Bord befindlichen Rechner, so daß nur stichpunktartig die Daten analysiert werden konnten. Alle Daten wurden jedoch auf die Rechner übertragen und zusätzlich gesichert. Das Gesamtvolumen beträgt etwa 2 GByte. Eine Reihe von Seismogrammontagen wurden für jede Position erstellt, um einen Überblick über die Qualität zu bekommen. Besonders schöne Sektionen sind in den Abbildungen 6.3.4.3.2 bis 6.3.4.3.7 gezeigt. Probleme traten beim Lesen der Bänder der Stationen 65 und 67 auf, die an Bord nicht behoben werden konnten.

Erste Ergebnisse der 3-D Fläche

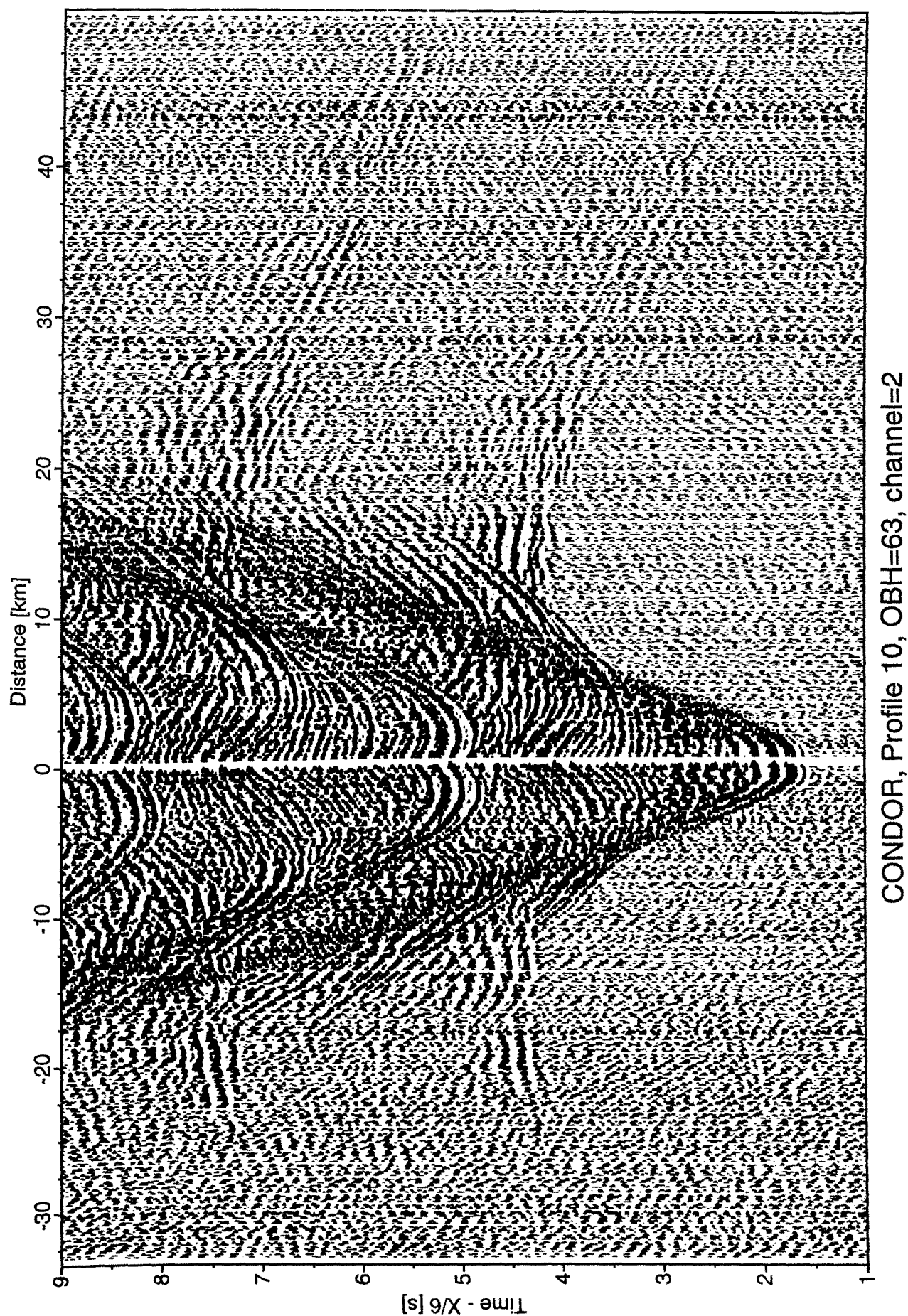
Schon ein erster Blick auf die Daten läßt markante Unterschiede erkennen, die eine deutliche Variabilität der Untergrundstrukturen anzeigen. Als Beispiel sind in Abbildung 6.3.4.3.5 die vier stationsnahen Profile von der Position 61 dargestellt. Die Profile 11, 8 und 12 durchqueren alle das Valparaiso Becken, das Profil 9 verläuft nahe der Küste in relativ flachen Wasser. Vergleicht man die Einsatzzeiten der markanten Ersteinsätze zwischen 30 und 50 km Entfernung, so treten deutliche Unterschiede klar zu Tage. Bis auf das Profil 9 verlaufen sie alle in annähernd gleichen Wassertiefen, so daß statische Effekte nur eine untergeordnete Rolle spielen. Die Ergebnisse einer ersten 1-D Interpretation sind in Abbildung 6.3.4.3.6 gegenübergestellt. Eine markante Grenzfläche, die den Übergang von sedimentären zu kristallinen Gesteine repräsentieren mag, und vermutlich die Basis des Valparaiso Beckens bildet, findet sich danach in Tiefen zwischen 6 und 9 km.

Weitere Beispiele, die eine ausgesprochene Variabilität, auch parallel zum Kontinentalabhang zeigen, sind in den oben gezeigten Seismogrammsektionen zu erkennen. Erst wenn alle Daten vorliegen und die zwei- und dreidimensionale Interpretation abgeschlossen ist, wird man zu gesicherteren Aussagen kommen können. Die vorliegende Datenqualität bietet dazu eine solide Basis.



CONDOR, Profile 8, OBH=63, channel=2

Abbildung 6.3.4.3.2 : Seismogrammsection von OBH63 für Profil 8.



CONDOR, Profile 10, OBH=63, channel=2

Abbildung 6.3.4.3.3 : Seismogrammsection von OBH63 für Profil 10

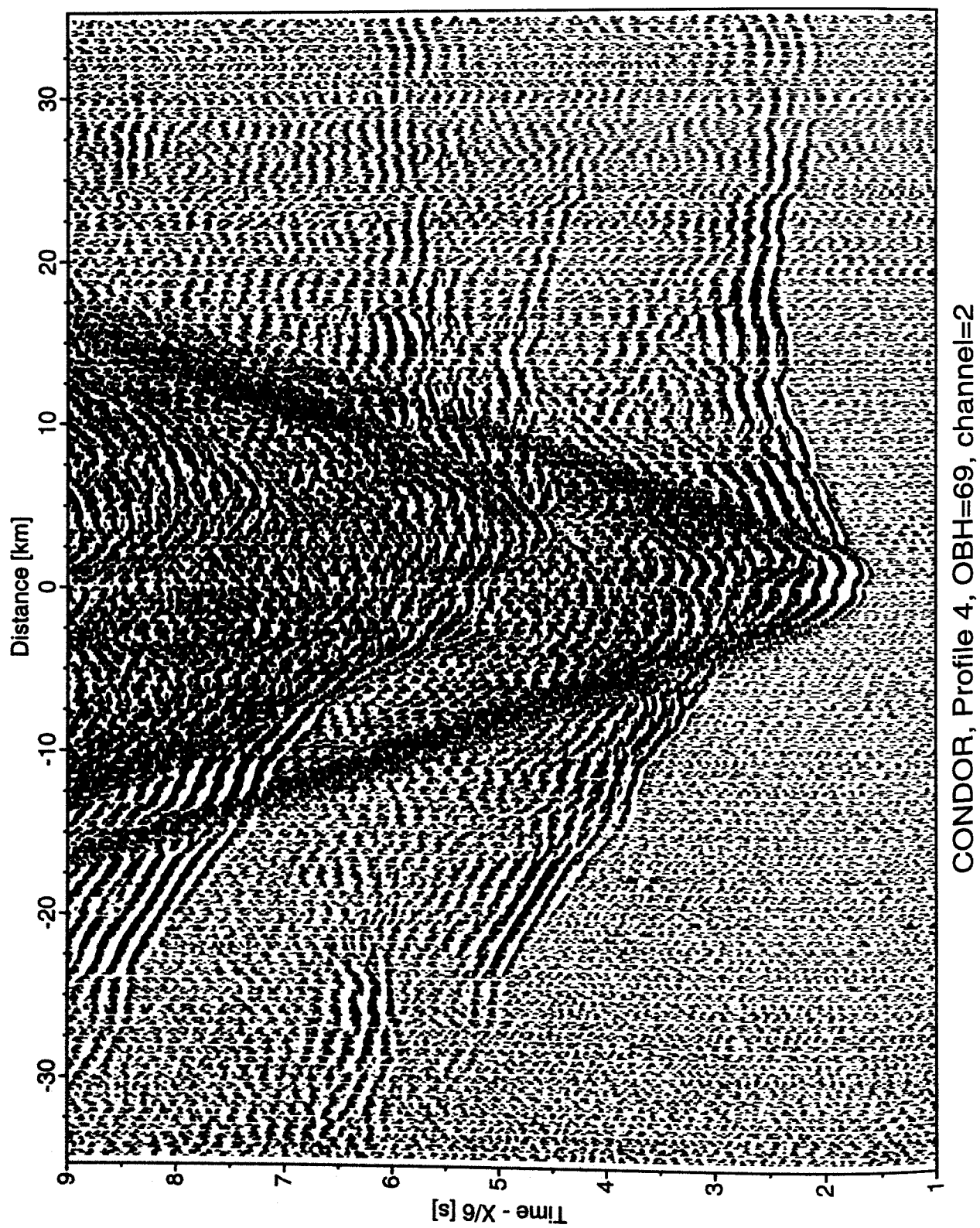


Abbildung 6.3.4.3.4 : Seismogrammsection von OBH69 für Profil 4

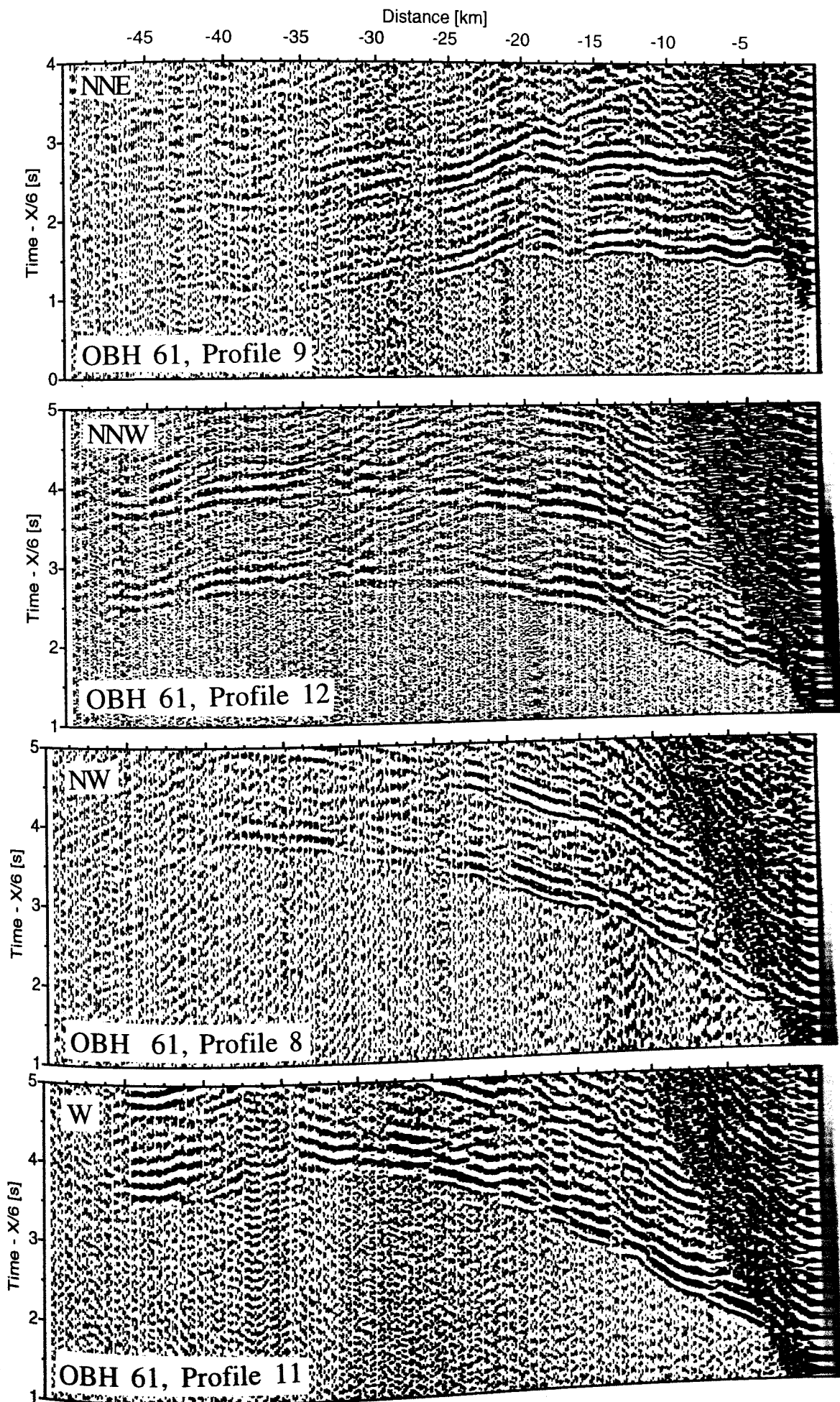


Abbildung 6.3.4.3.5 : Ausschnitte der Seismogrammsectionen von OBH61 für die Profile 9, 12, 8 und 11.

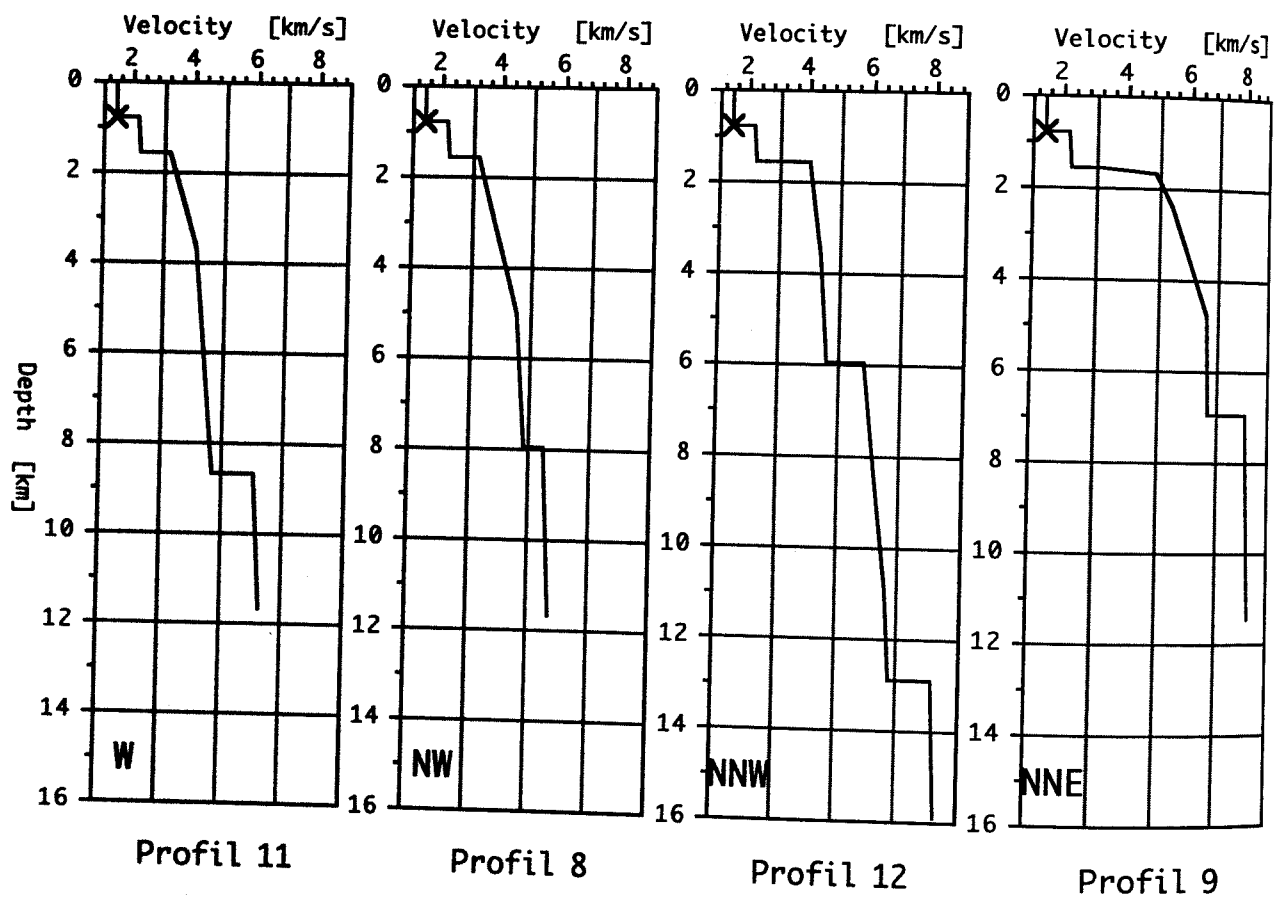


Abbildung 6.3.4.3.6 : 1-D modellierte Geschwindigkeitstiefenfunktionen für OBH61.

6.3.4.4 Profil 2B

(E. Flüh, J. Bialas, N. Kukowski, M. Morawe, A. Lefmann)

Die vierte Auslage führte zurück zum E-W verlaufenden Profil 2. Insgesamt 10 OBH wurden jeweils auf Lücke zur ersten Auslage, bei der 11 OBH erfolgreich registriert hatten, abgesetzt, so daß auf diesem Profil 21 Stationen besetzt wurden. Das erste Gerät wurde innerhalb der chilenischen Hoheitsgewässer etwa 8 Meilen von der Küste entfernt ausgebracht, um eine möglichst kleine Beobachtungslücke zu den Landstationen zu erreichen. Trotz der Küstennähe wurde das Gerät in einer Wassertiefe von ca. 800 m abgesetzt. Alle 10 OBH wurden vom 14.07. 12:00 bis zum 15.07. 05:00 zu Wasser gebracht (siehe Abb. 6.3.4.1), unterbrochen von der Aufnahme des letzten OBH der 3-D Fläche und einem weiteren Releasertest an der W4.

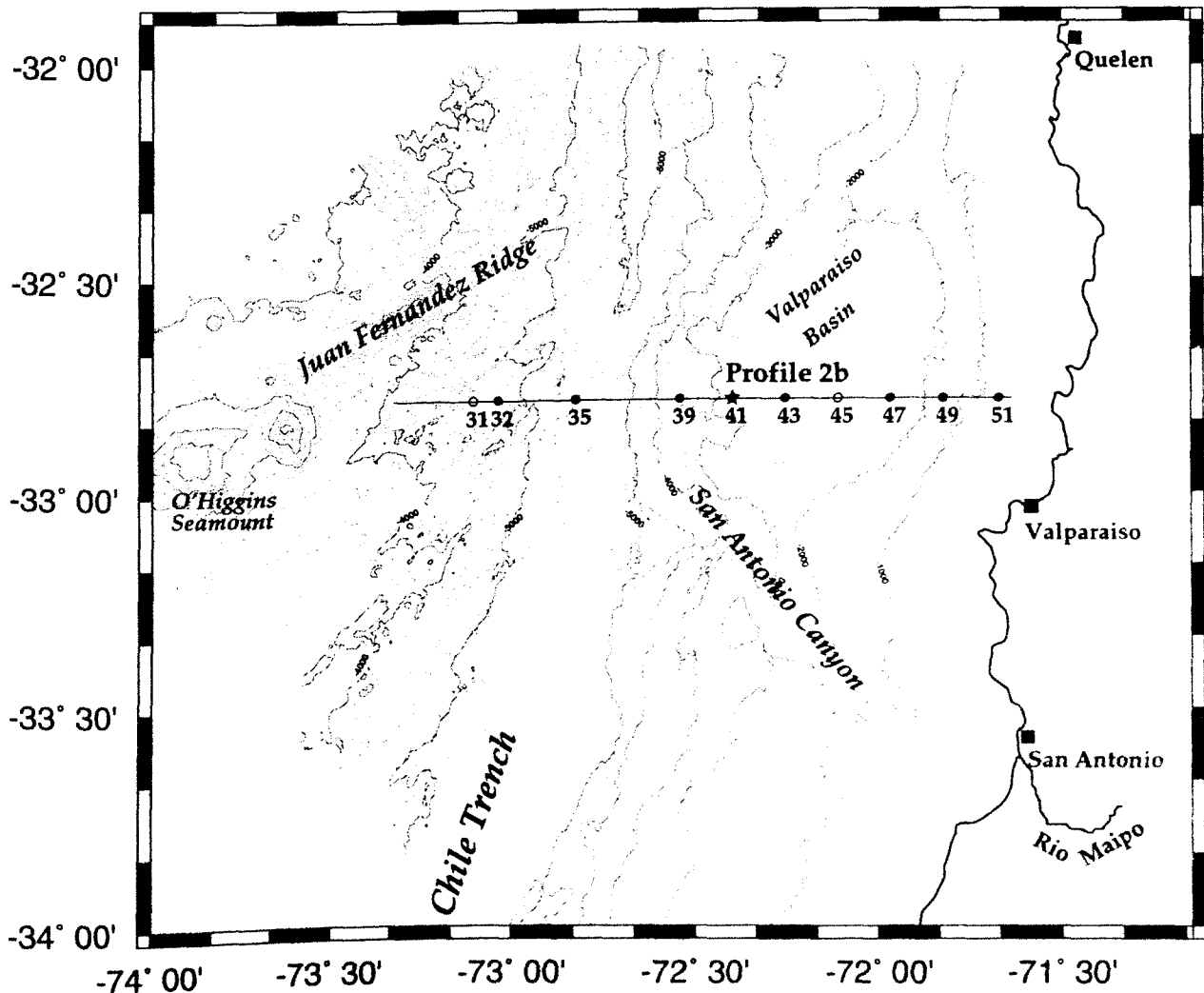


Abbildung 6.3.4.1 : Lageplan der Stationen bei Profil 2 B. Das Vertikal Array ist durch einen Stern gekennzeichnet.

An der Position 41 wurde erstmals auf dieser Fahrt das Vertikal Array eingesetzt. Dazu wurde ein zweiter Auftriebskörper an einem OBH befestigt, um das zusätzliche Gewicht zu kompensieren. Beim ersten Aussetzen zeigte sich jedoch, daß ein normaler Ankerstein nicht ausreichend war, das Gerät tauchte nicht ab. Es mußte wieder an Bord genommen werden, um mit einem zusätzlichen Gewicht versehen zu werden. Dabei stellte sich heraus, daß durch eine Verdrehung des zusätzlichen Auftriebskörpers die Steckverbindung des Vertikal Arrays zum Registrierzylinder abgerissen war. Bei dem zweiten Versuch wurde daraufhin die Aufhängung des Vertikal Arrays so modifiziert, daß keine Scherkräfte mehr auf die Steckverbindung wirken sollten.

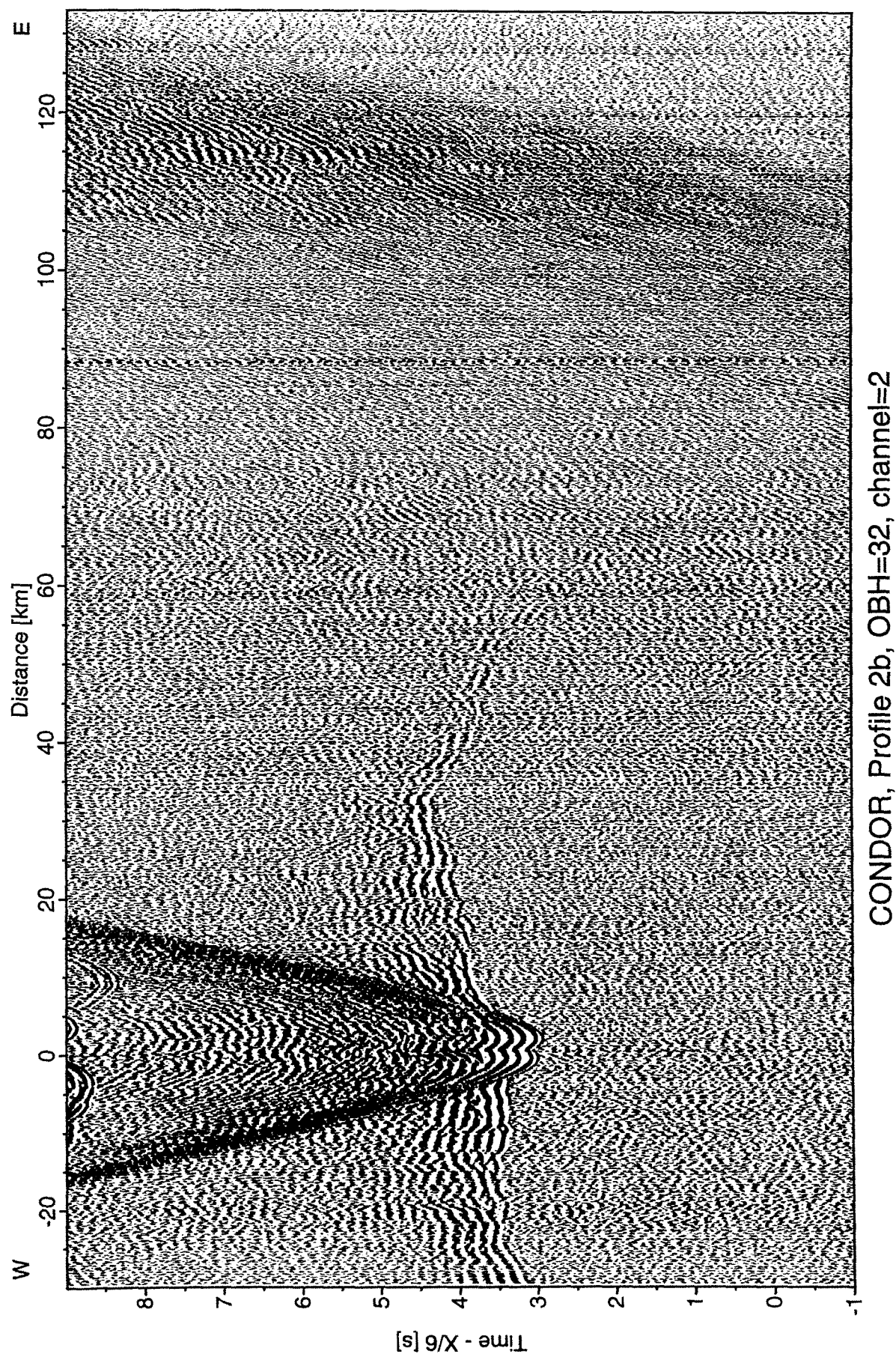
Der Profilanfang war gegen 08:00 erreicht, um 08:45 fiel der erste Schuß, um 09:30 waren alle drei Airguns im Einsatz. Trotz auffrischender südlicher Winde hatten wir uns für das Ausbringen aller drei Kanonen entschlossen. Das Schießprogramm verlief zunächst reibungslos, am 16.07. gegen 07:00 fiel die Stb Kanone wegen eines defekten Triggerkabels aus. Beim Einholen stellte sich heraus, daß eine Steckverbindung abgebrochen war. Um 09:00 war das Profilende 4 Meilen vor der Küste erreicht. Nach einer 180° Wende fuhren wir auf dem Profil zurück, um später die Signale stapeln zu können. Zwischen 18:00 und 19:00 wurde das Profil gerade westlich der Position 43 beendet. Es wurden dann zunächst die westlich gelegenen OBH aufgenommen, beginnend mit dem Vertikal Array. Hier stellte sich heraus, daß die Verstärkung zu gering gewählt worden war. Bis 04:00 am 17.07 waren die nächsten drei OBH an Deck, bei einem Gerät ließ sich der Releaser nicht mehr schließen. Das Releasehydrophonkabel zeigte einen Kurzschluß. Da dies schon das vierte defekte Hydrophon war, entschlossen wir uns das Kabel mittig zu trennen. Es war vollkommen feucht, aus der Isolierung tropfte rostiges Wasser. Vermutlich sind die Brandner-Stecker nicht wasserdicht.

Das OBH an der Position 31 ließ sich nicht ansprechen. Über 5 Stunden wurden Suchmatratzen gefahren, ohne Erfolg. Eine Peilung des Radiosenders war nicht möglich, wodurch ein frühes Auftauchen oder Verdriften unwahrscheinlich ist. Das Gerät wurde zunächst aufgegeben, in der Hoffnung auf eine Bergung nach Auslösen des Zeitreleasers, welcher für den 20.07. auf 08:00 eingestellt war. Anschließend wurden die verbleibenden 5 OBH auf den Positionen 43, 45, 47, 49 und 51 aufgenommen. Auch hier wurden die Kabel der Release Hydrophone nochmals überprüft, tatsächlich zeigten zwei weitere Kabel niederohmige Widerstände. Von einem weiteren Einsatz wurde daher abgesehen.

Von den geborgenen neun Geräten hatten alle bis auf die Position 45 einwandfrei registriert, das Band dieses DAT Recorders ließ sich nicht einlesen, dies muß wie für andere Bänder auch später an Land korrigiert werden..

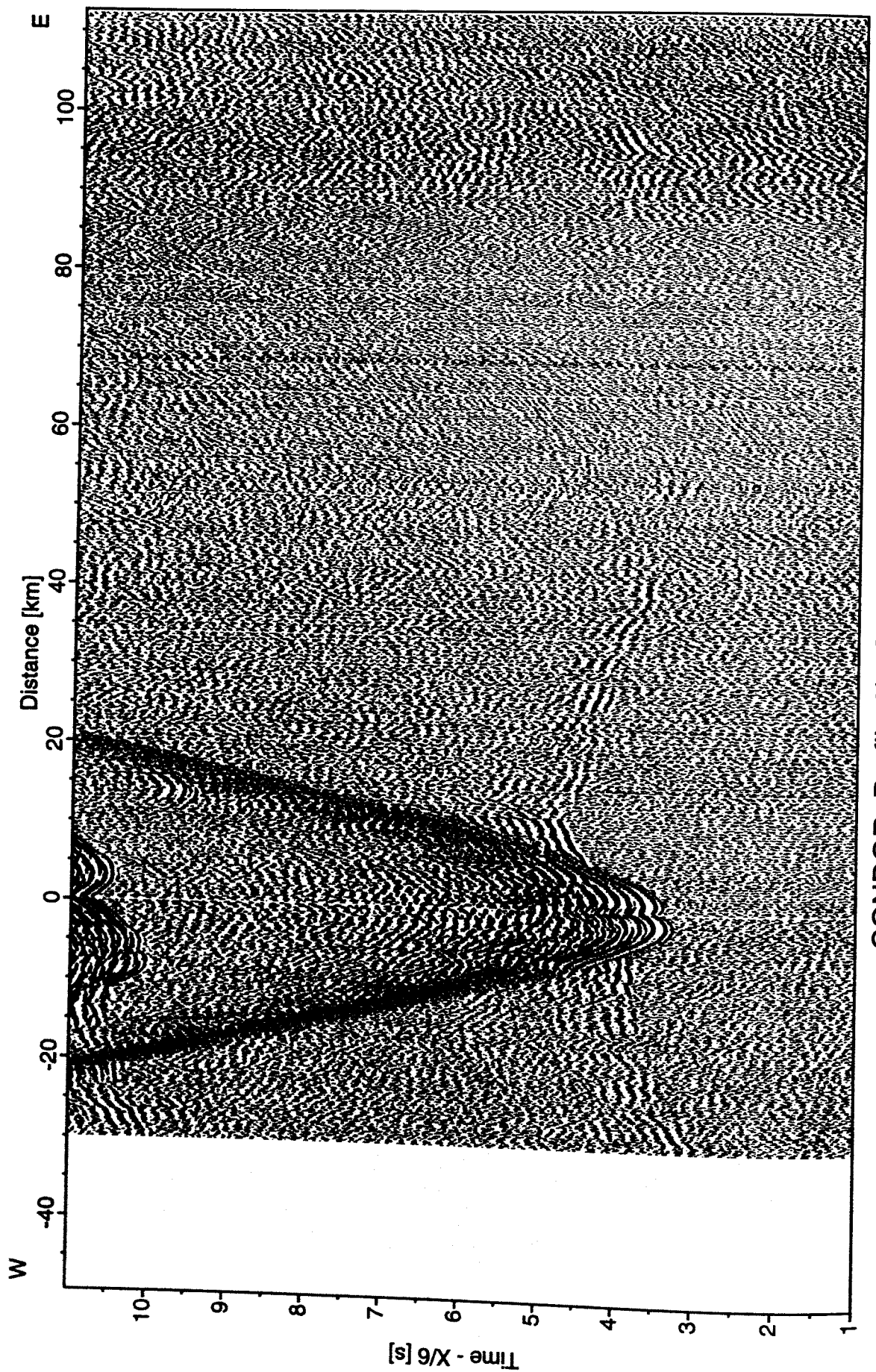
Die Seismogrammsektionen sind in den Abbildungen 6.3.4.4.2 bis 6.3.4.4.9 gezeigt. Gegenüber der erste Auslage (vergl. 6.3.4.2) zeigt sich bei der Mehrzahl der Stationen ein deutlich besseres Signal-Noise-Verhältnis. Trotz deutlich schlechterer Wetterbedingungen macht sich der Einsatz aller drei Airguns klar bemerkbar. Zum Beispiel beim Vergleich der Stationen 32 und 33 ist dies evident. Weiterhin hat auch das Stapeln im Ostteil des Profils, welcher zweimal abgeschossen wurde, zu einer signifikanten Verbesserung des Signal-Noise-Verhältnisses geführt. In Abbildung 6.3.4.4.10 sind die beiden Teile jeweils getrennt und zusammengestapelt gegenübergestellt.

Eine Interpretation dieser Daten zusammen mit denen der ersten Auslagen war wegen des bevorstehenden Endes der Reise an Bord nicht mehr möglich. Die Daten beider Auslagen zusammen sind jedoch von so hoher Qualität und Reichweite, daß ein sehr genaues Geschwindigkeitsfeld für dieses Profil erstellt werden kann. Damit ist das eigentliche Ziel für dieser Arbeit erreicht. In wesentlichen Zügen stimmen sie mit den auf dem ersten Durchgang erzielten Ergebnissen überein, werden aber viele Dinge im Detail klären können.



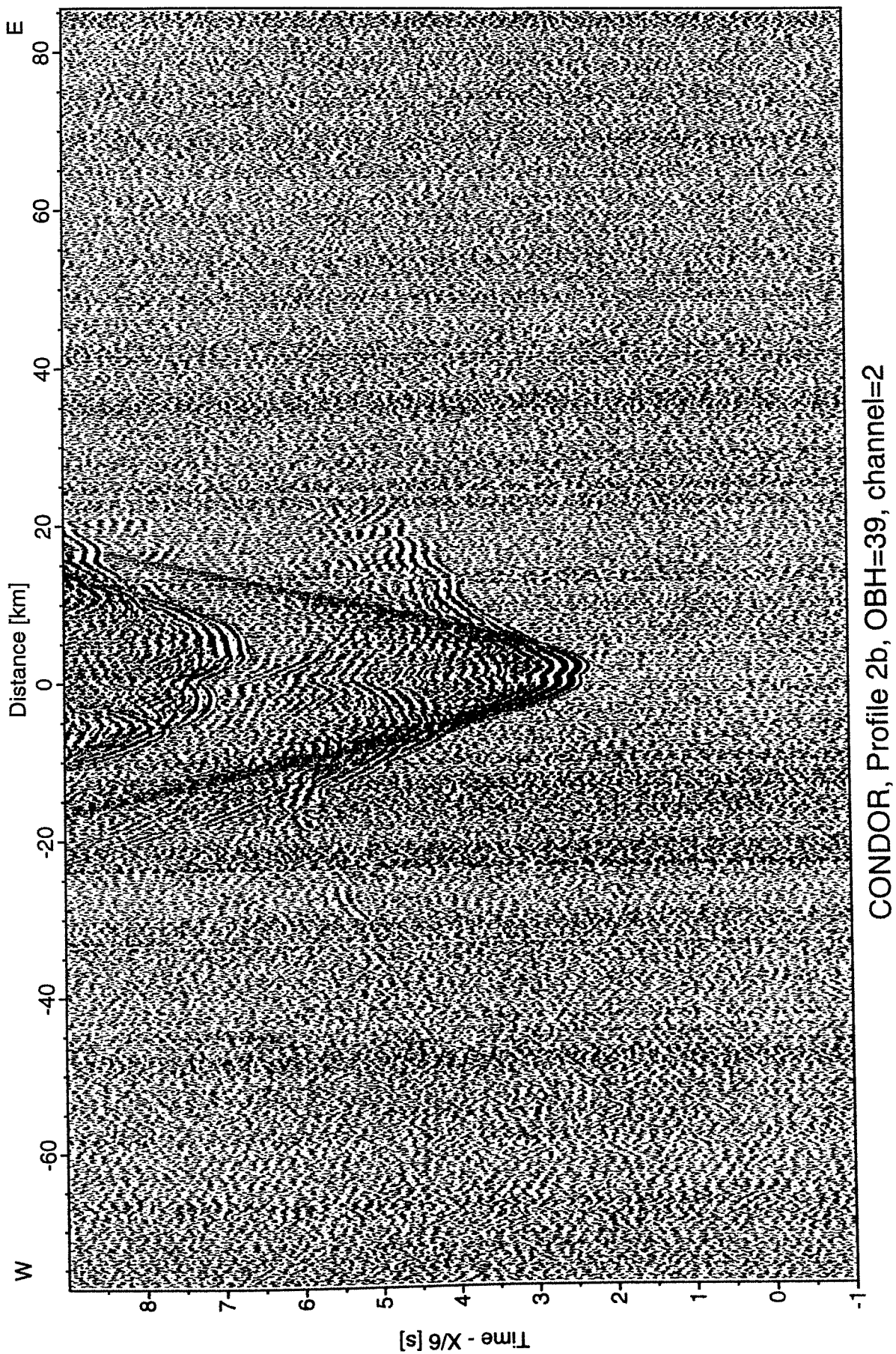
CONDOR, Profile 2b, OBH=32, channel=2

Abbildung 6.3.4.4.2 : Seismogrammsection von OBH32.



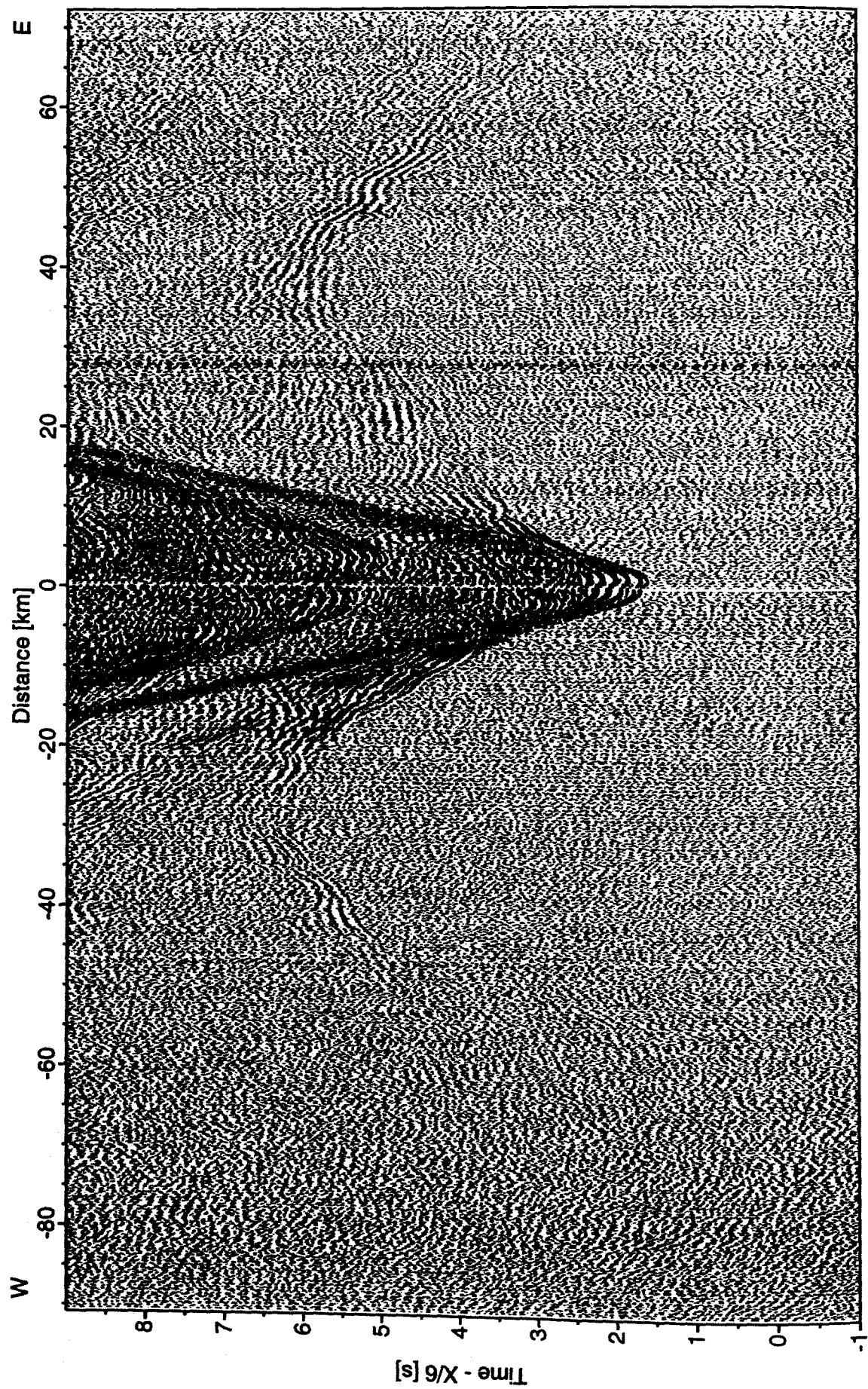
CONDOR, Profile 2b, OBH=35, channel=2

Abbildung 6.3.4.4.3 : Seismogrammsection von OBH 35



CONDOR, Profile 2b, OBH=39, channel=2

Abbildung 6.3.4.4.4 : Seismogrammsektion von OBH 39



CONDOR, Profile 2b, OBH=41, channel=2

Abbildung 6.3.4.4.5 : Seismogrammsection von OBH 41

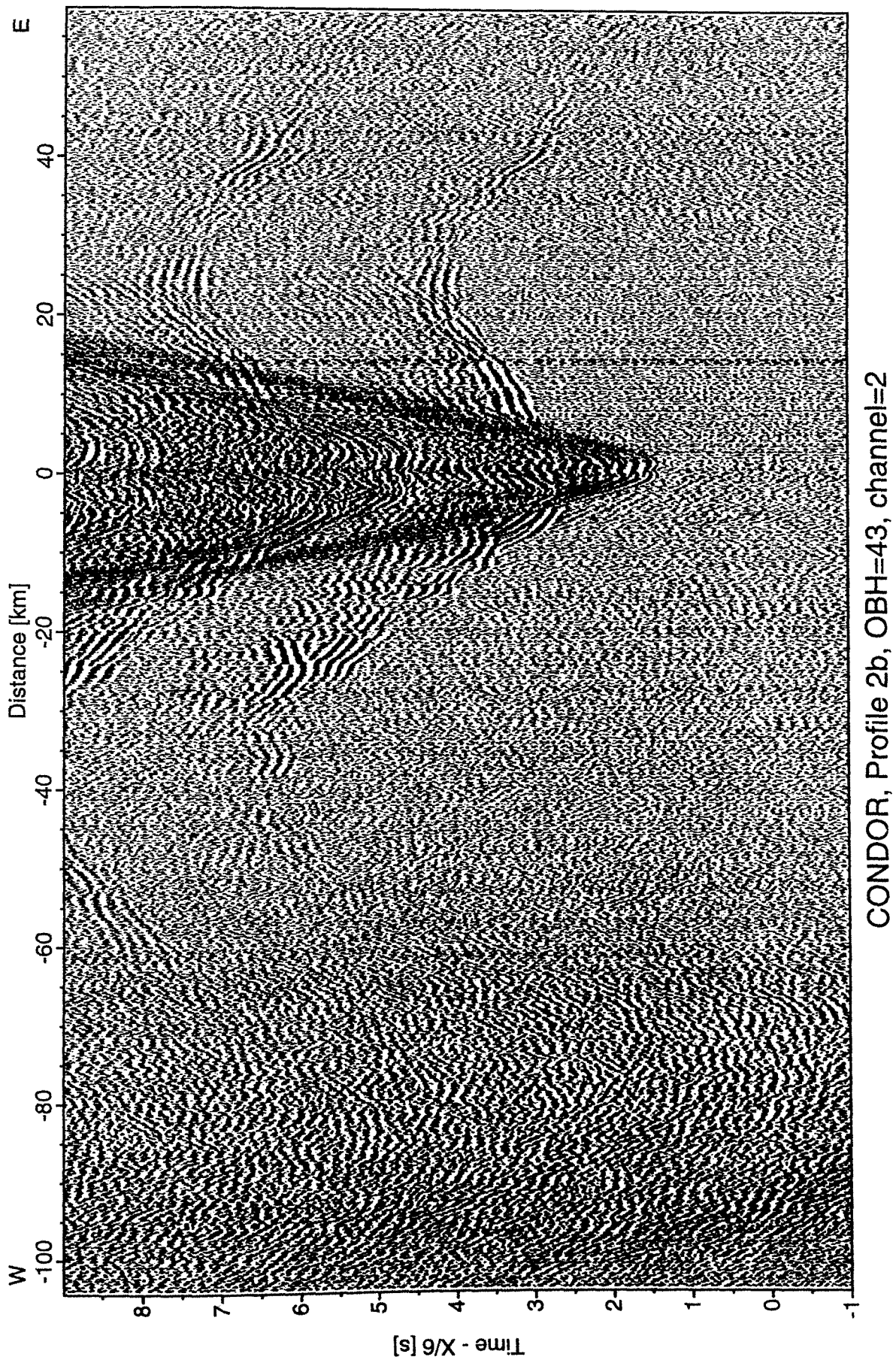
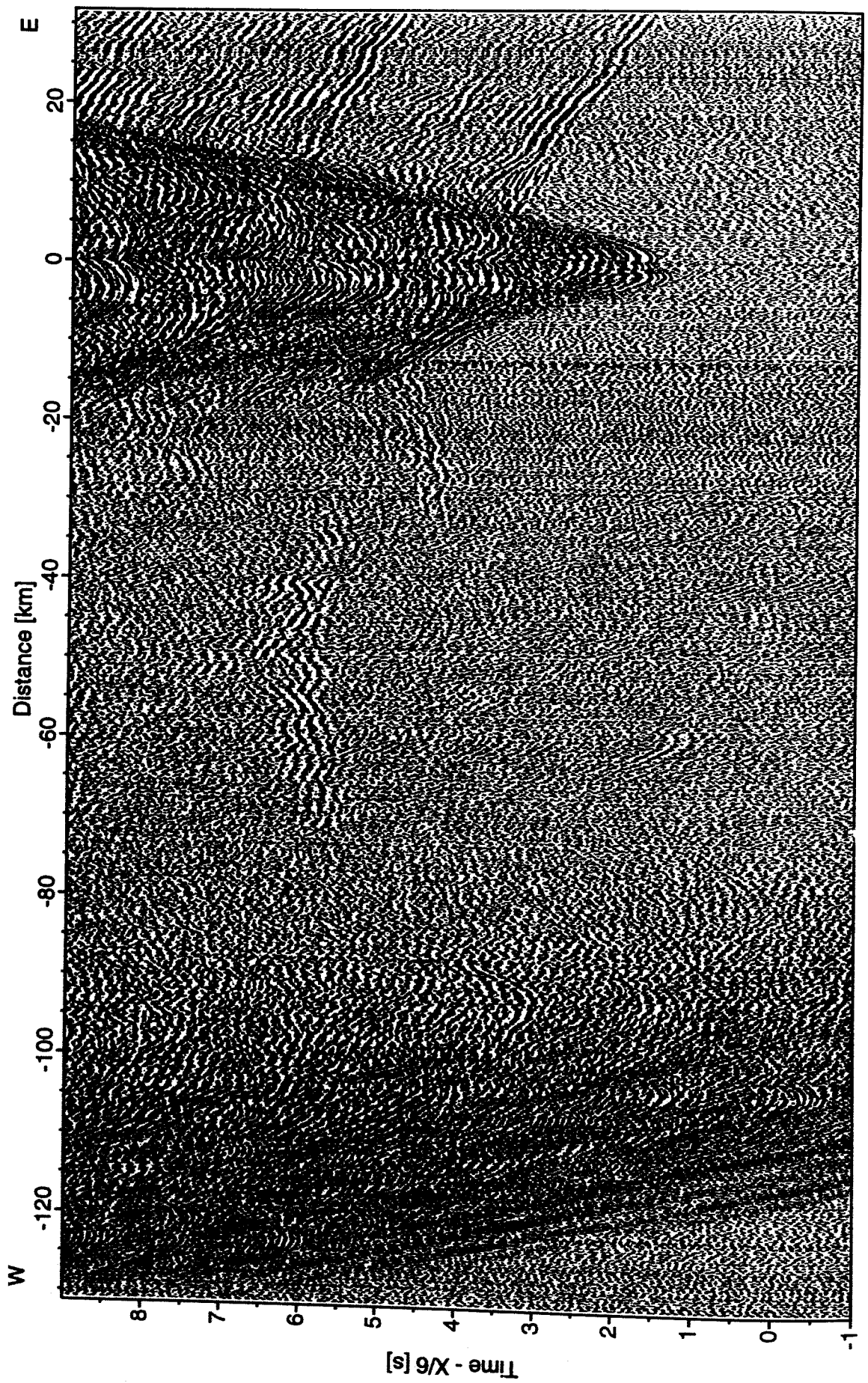


Abbildung 6.3.4.4.6 : Seismogrammsektion von OBH 43



CONDOR, Profile 2b, OBH=47, channel=2

Abbildung 6.3.4.4.7 : Seismogrammsektion von OBH 47

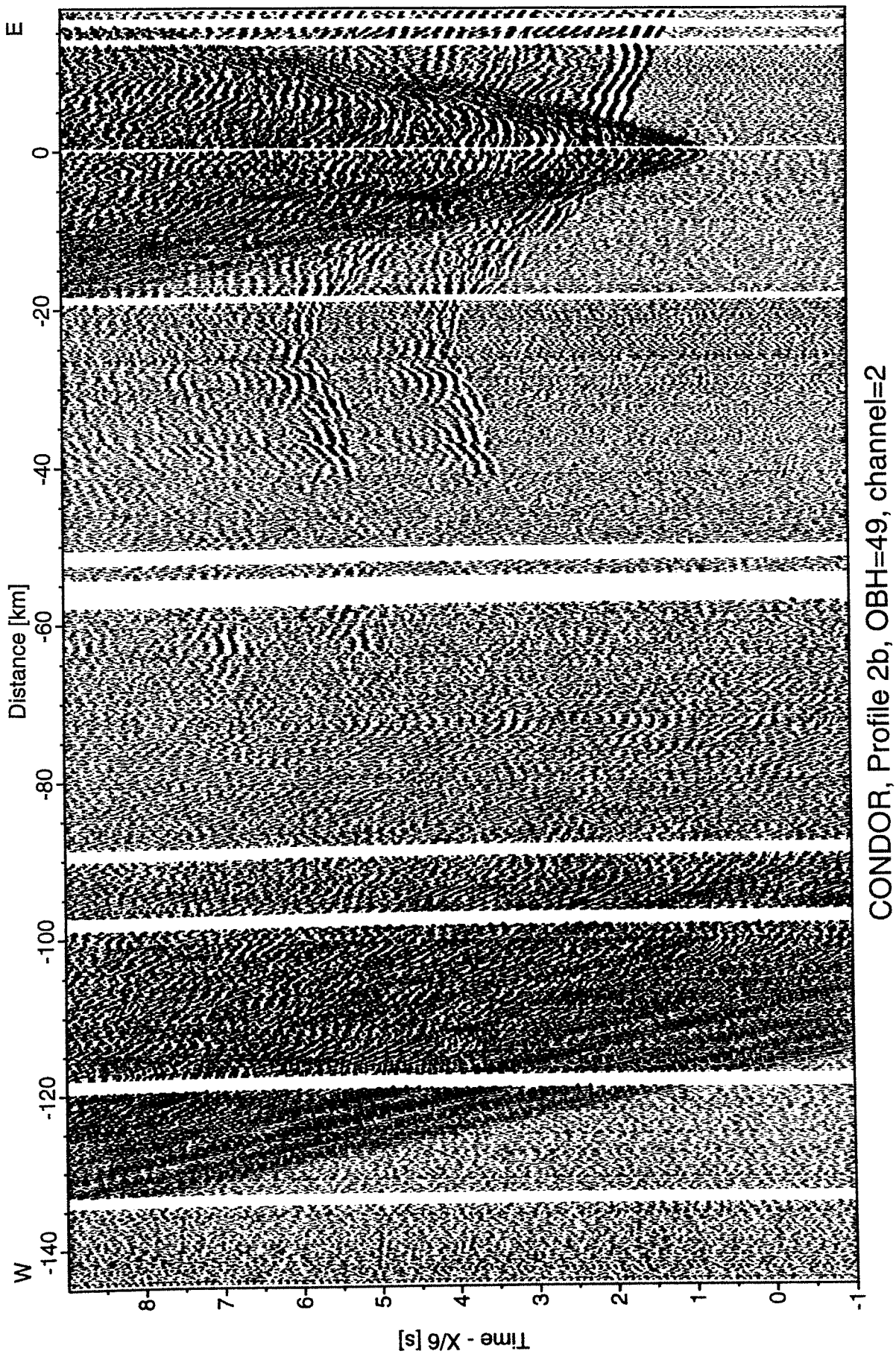


Abbildung 6.3.4.4.8 : Seismogrammsection von OBH 49

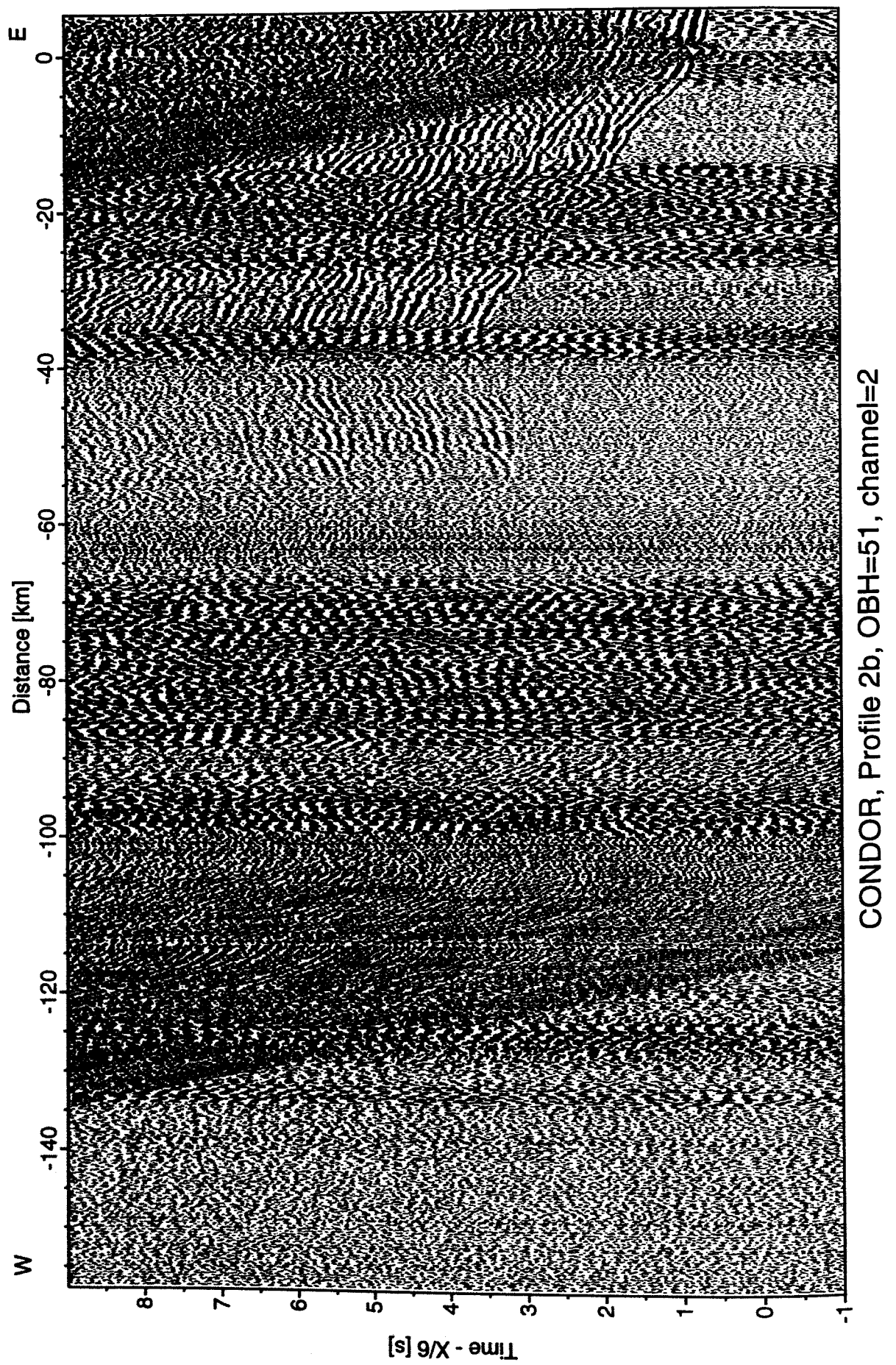
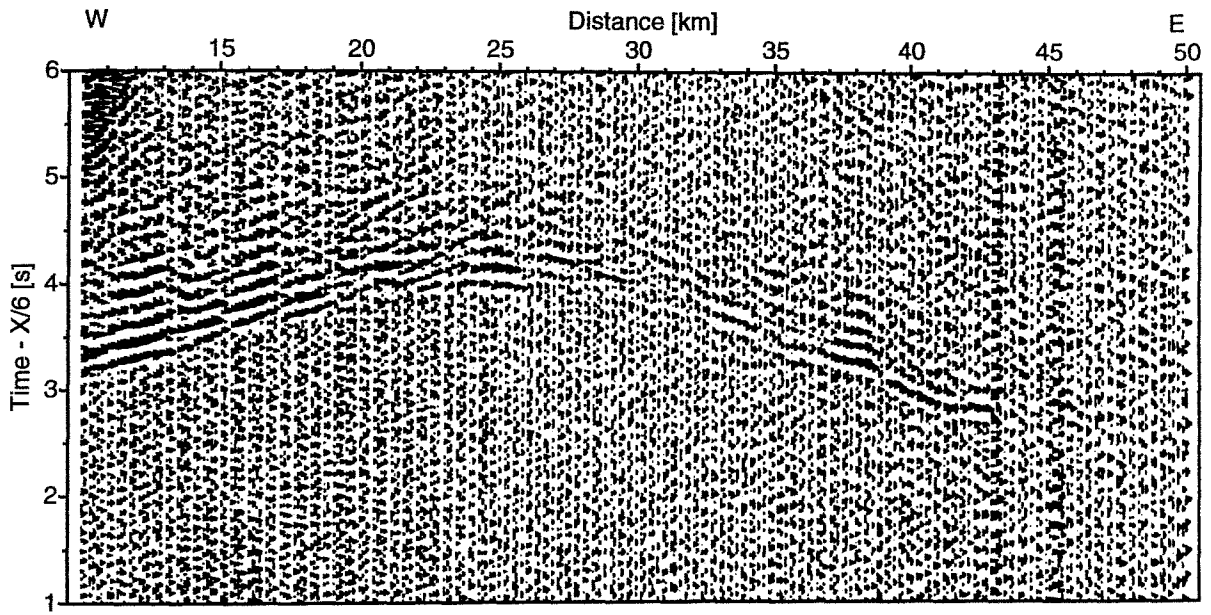
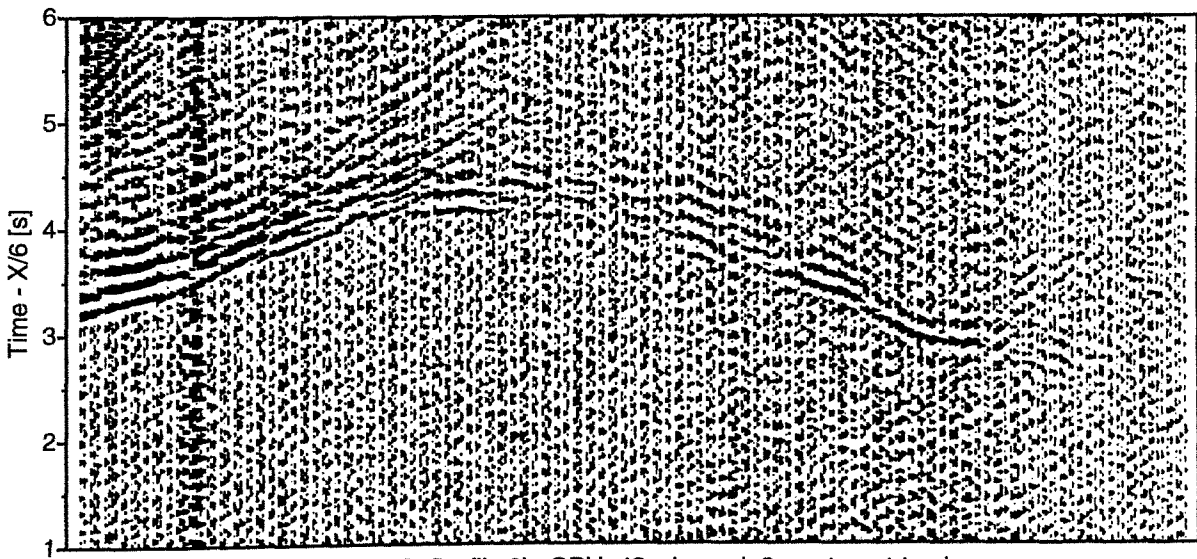


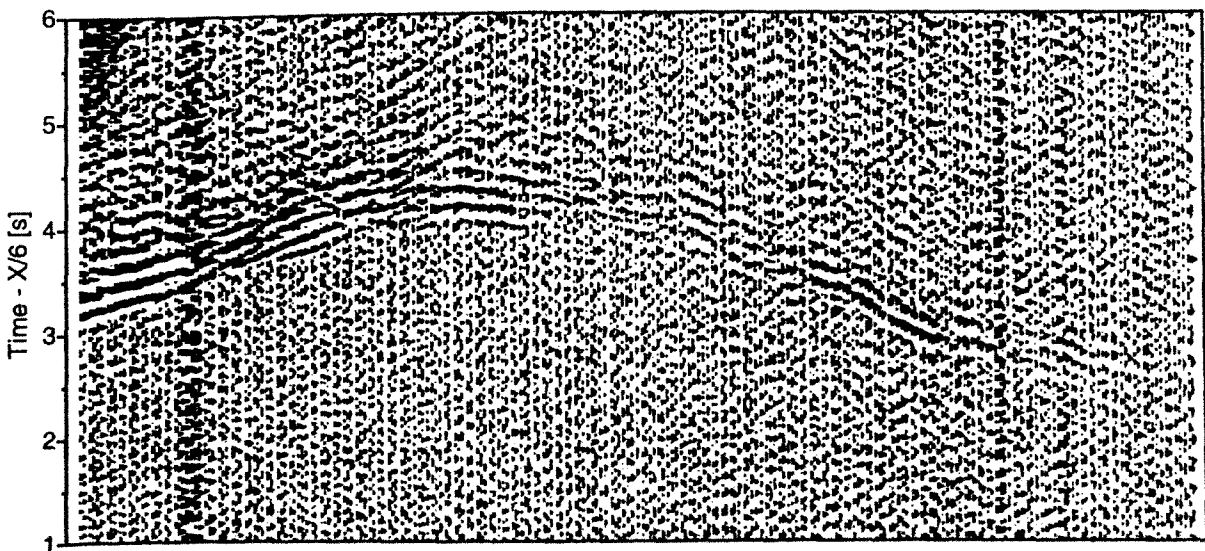
Abbildung 6.3.4.4.9 : Seismogrammsektion von OBH 51



CONDOR, Profile 2b, OBH=43, channel=2, west-east-track



CONDOR, Profile 2b, OBH=43, channel=2, east-west-track



CONDOR, Profile 2b, OBH=43, channel=2, stacked

Abbildung 6.3.4.4.10 : Ausschnitt der Seismogrammsection von OBH 43, Schießen in West-Ost Richtung (oben), in Ost-West Richtung (mitte) und gestapelt (unten.)

6.3.4.5 Profil 1B

(E. Flüh, A. Biegling, N. Kukowski, M. Gerdorf)

Eine Überprüfung der Kabel von den Releaserhydrophonen ergab, daß eine Reihe dieser Kabel ebenfalls Kurzschlüsse aufwiesen und daher für einen weiteren Einsatz nicht mehr in Frage kamen. So standen für das abschließende Profil nur noch sechs einsatzbereite OBH zur Verfügung. Diese wurden am 18.07. von 00:30 bis 04:30 ausgebracht, dabei auch wieder das Vertikal Array. Abbildung 6.3.4.5.1 zeigt den Lageplan für dieses letzte Experiment. Der Wind hatte deutlich nachgelassen und wir haben alle drei Airguns eingesetzt, lediglich im Flachwasser vor der Küste wurde eine Airgun abgestellt. Der östliche Teil des Profils wurde zweimal überschossen, am 19.07. um 16:33 fiel der letzte Schuß innerhalb des CONDOR-1B Experimentes. Das letzte Gerät war am 20.07. um 01:30 an Deck, alle hatten einwandfrei gearbeitet. Es wurden noch bis zum Einlaufen nach Valparaiso alle Daten gesichert und Seismogrammmontagen hergestellt, diese sind in den Abbildungen 6.3.4.5.2 bis 6.3.4.5.7 gezeigt. Auch hier ist eine deutliche Verbesserung gegenüber dem ersten Durchlauf zu erkennen, der Einsatz aller drei Kanonen hat sich sehr bewährt.

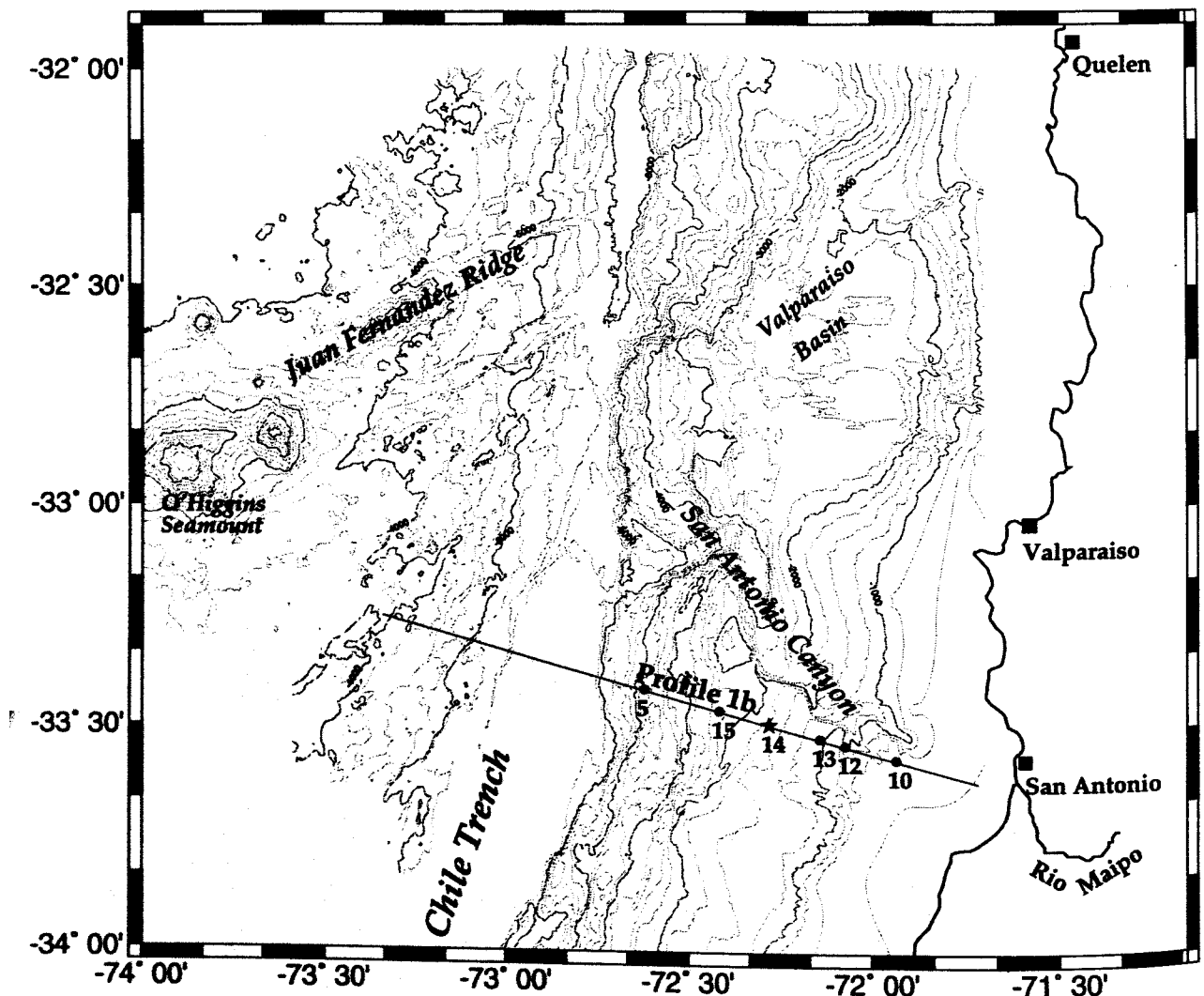


Abbildung 6.3.4.5.1 : Lageplan der Stationen bei Profil 1 B. Das Vertikal Array ist durch einen Stern gekennzeichnet.

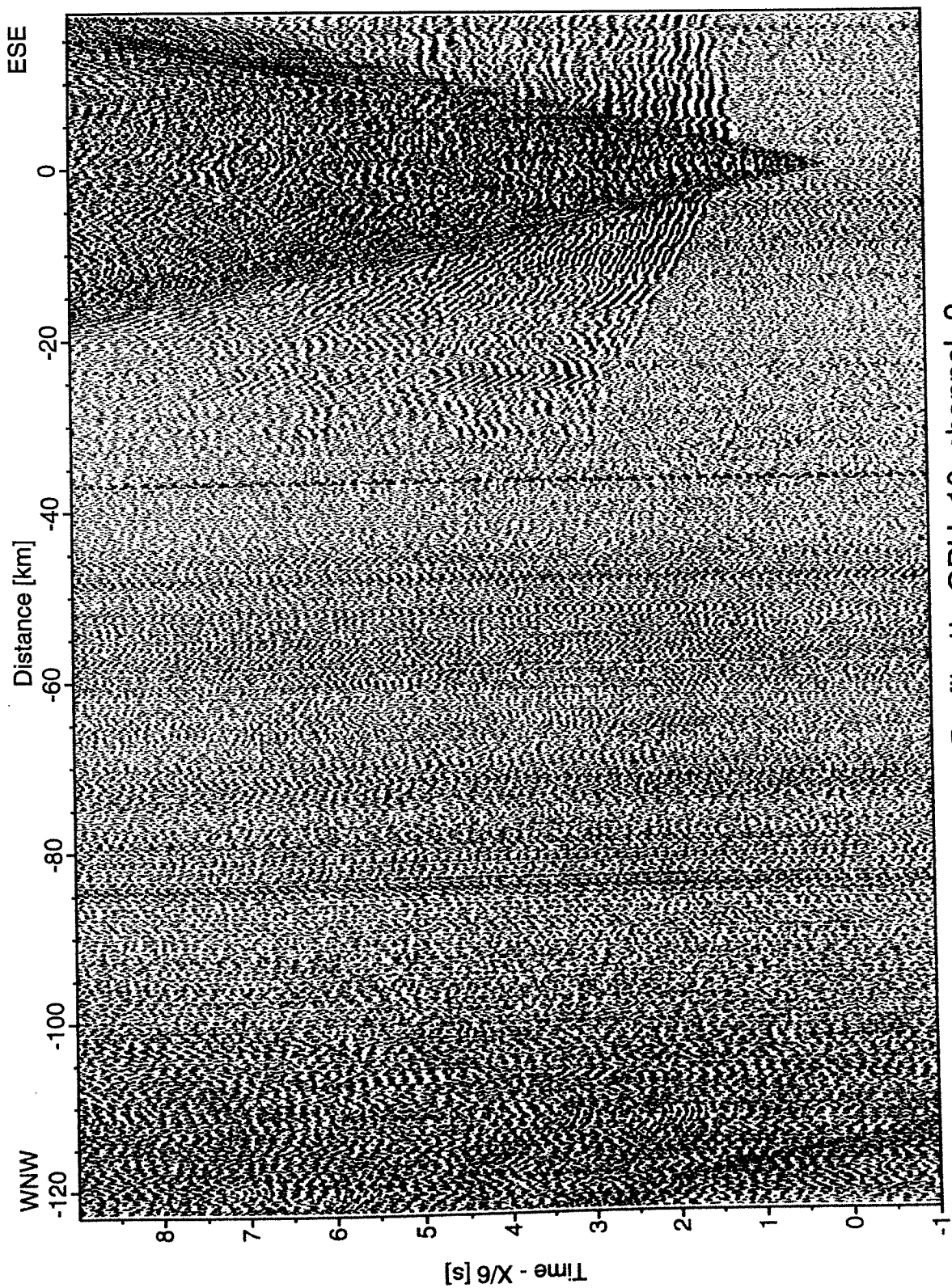


Abbildung 6.3.4.5.2 : Seismogrammsektion von OBH10.

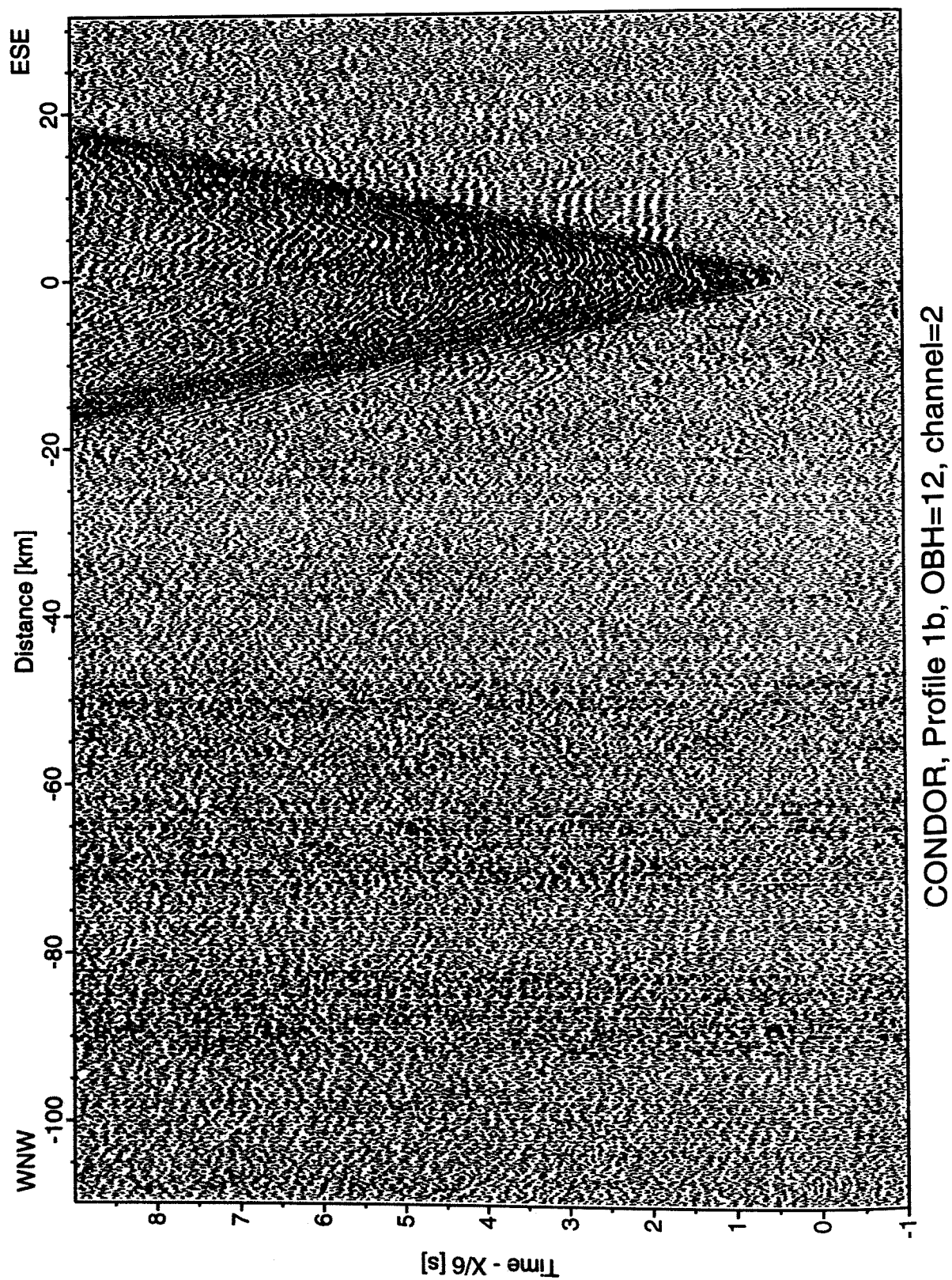


Abbildung 6.3.4.5.3 : Seismogrammsektion von OBH12

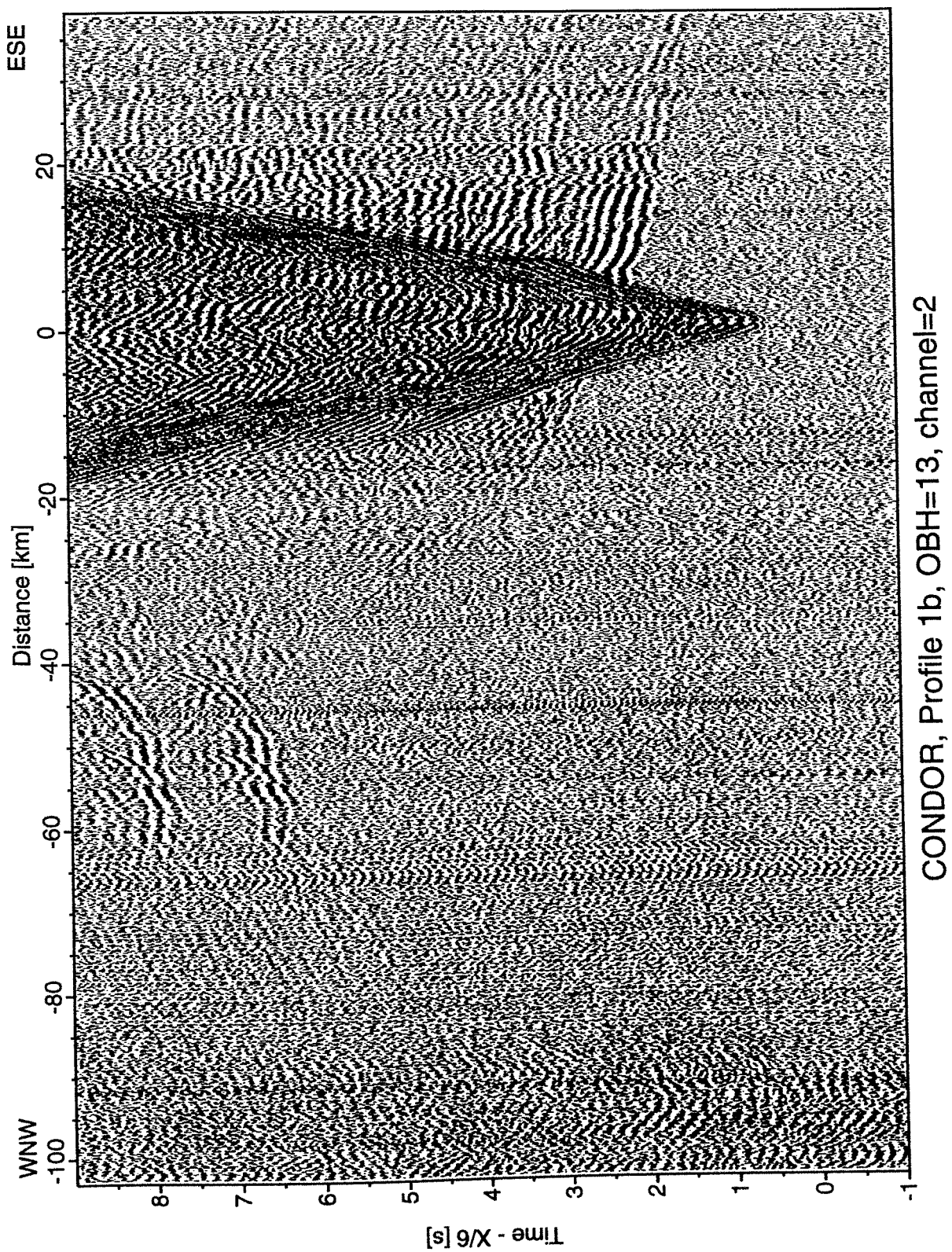
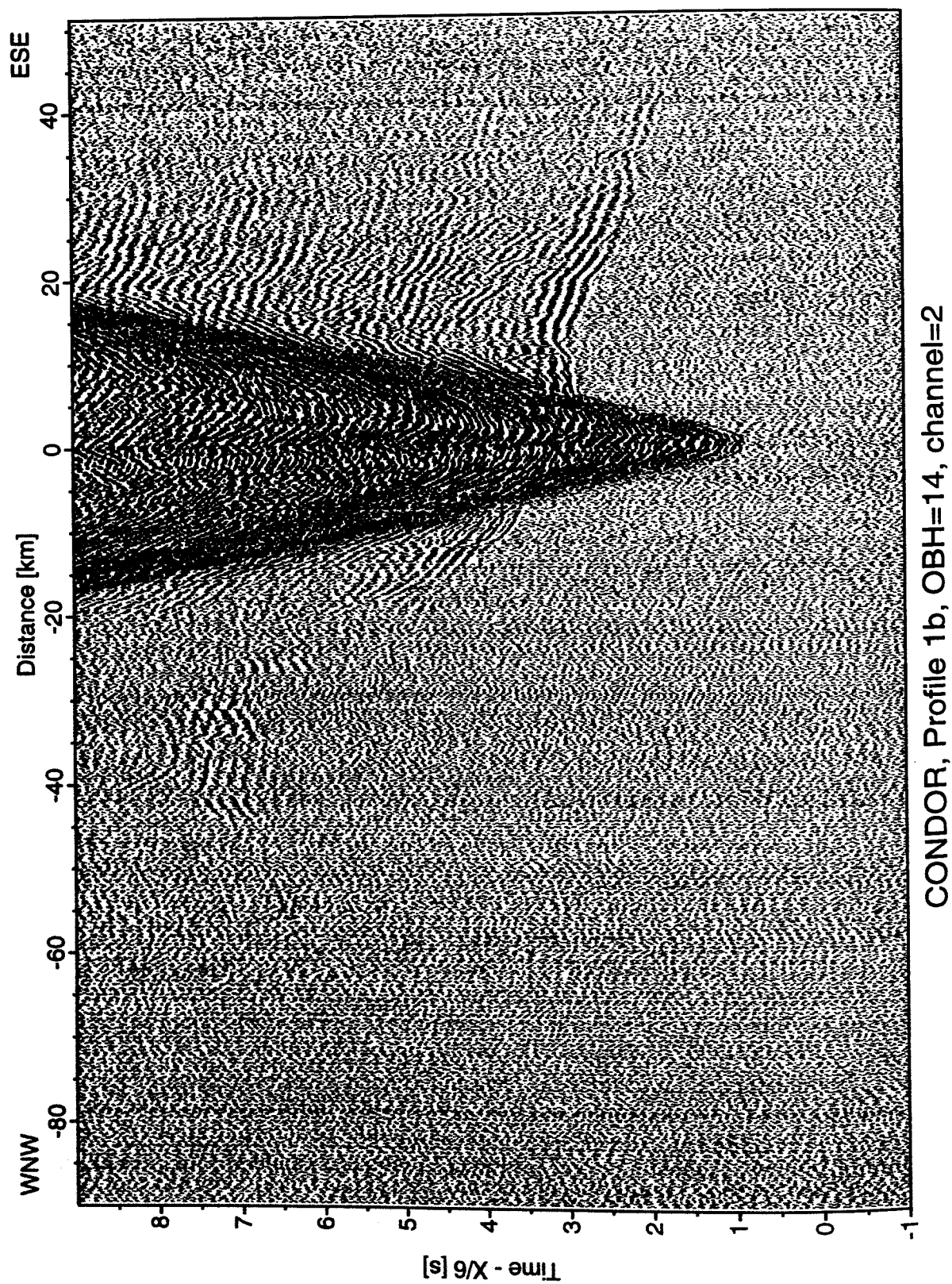


Abbildung 6.3.4.5.4 : Seismogrammsektion von OBH13



CONDOR, Profile 1b, OBH=14, channel=2

Abbildung 6.3.4.5.5 : Seismogrammsektion von OBH14

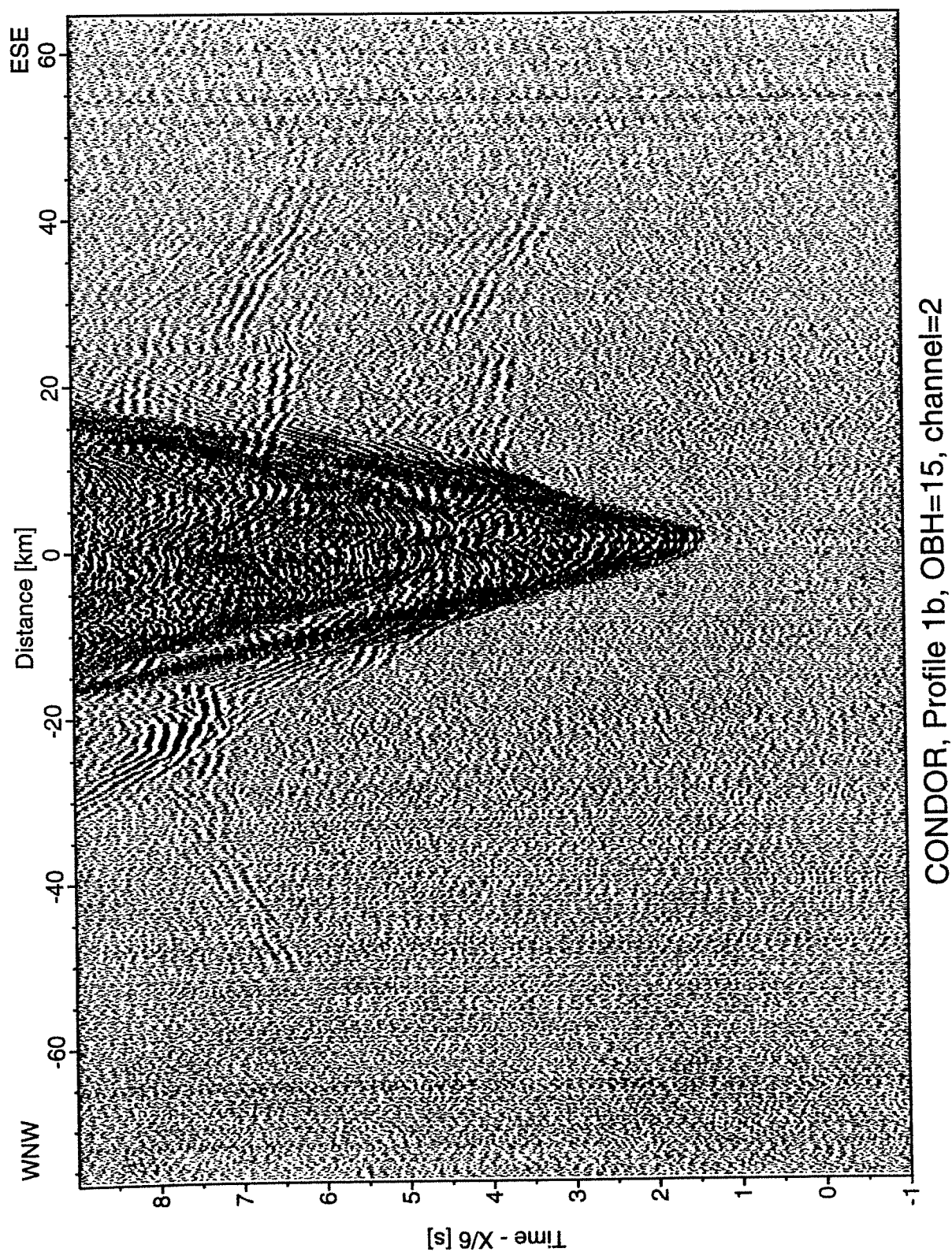
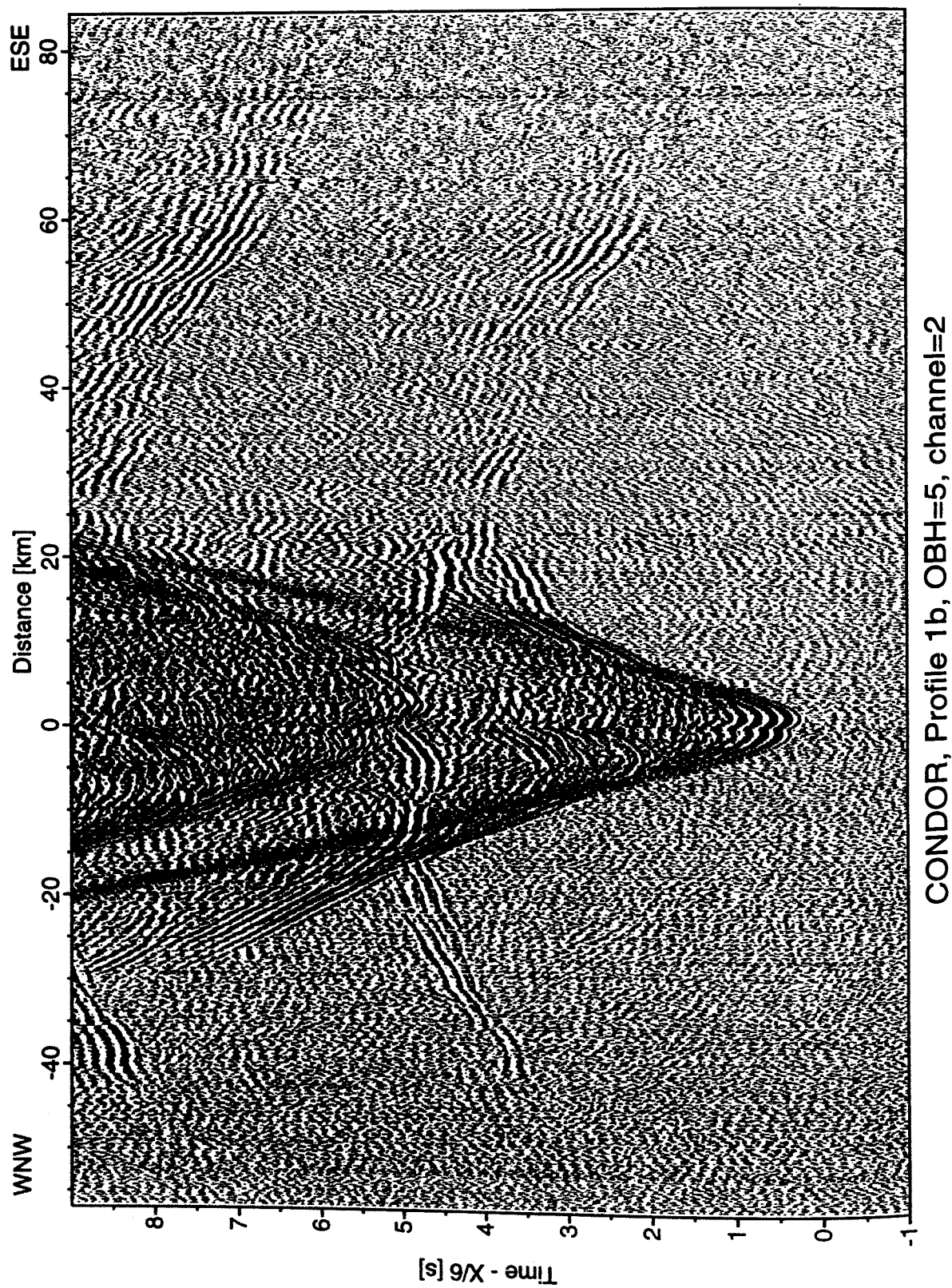


Abbildung 6.3.4.5.6 : Seismogrammsektion von OBH15



CONDOR, Profile 1b, OBH=5, channel=2

Abbildung 6.3.4.5.7 : Seismogrammsection von OBH5

6.4 Erdbebenbeobachtungen

(J. Bialas)

Durch H. Vergara vom Ozeanographischen Dienst der chilenischen Marine (SHOA) wurde eine Liste (Tab. 6.4.1) mit Erdbeben für den Zeitraum 01.07. bis 10.07. an Bord übermittelt. In der Liste sind die Ereigniszeiten in UTC angegeben, wie sie am Seismometer des SHOA in Valaparaíso ermittelt wurden. Angaben über die Magnitude der Beben lagen nicht vor.

Lfd.-Nr.	Datum	Ident.	Zeit	Ident.	Zeit
	Juli		UTC		UTC
1	01	IPD	09:15:13.2	IS	15:32.6
2		IPD	09:18:21.4	IS	18:42.0
3		EPD	11:45:14.7	IS	46:20.3
4	02	EPC	23:02:26.5	IS	02:43.6
5	03	EPD	20:03:32.7	IS	03:42.1
6		EPC	21:29:44.6	IS	30:04.0
7	04	IPD	17:07:28.8	IS	07:48.5
8	05	EPD	09:04:24.5	IS	04:42.1
9	09	EPD	08:47:08.2	IS	47:21.5
10		EPC	13:48:22.0	IS	49:10.0
11	10	EPC	13:29:21.6	IS	29:32.5

Tabelle 6.4.1 Einsatzzeiten der Erdbebenregistrierungen des Hydrographischen Dienst der chilenischen Marine (SHOA) (pers. Mitt. H. Vergara)

Von diesen Beben fanden die Ereignisse 9, 10 und 11 statt, während die OBH für die Arbeiten auf der 3-D Fläche (Kap. 6.3.4.3) ausgelegt waren. Als Beispiel der Registrierungen wurden die Daten der Station 61 überprüft. Alle drei Beben konnten klar identifiziert werden und sind in den Abbildungen 6.4.1. bis 6.4.3. dargestellt. Grundlage der Abbildungen sind die Daten des ersten Kanals der Aufzeichnung, da dieser am geringsten verstärkt wurde. Aufgezeichnet wurde hier ein Bereich von ± 280 mV, was bei einer 20-fachen Vorverstärkung einer Druckschwankung von ± 31 Pa am Hydrophon entspricht. Trotz dieser geringen Verstärkung sind einige Amplituden bei der Aufzeichnung abgeschnitten worden. Aus diesem Grund wurden die Spuren zur Darstellung einheitlich auf den maximal möglichen Aufzeichnungswert des Rekorders normiert, womit die Sektionen untereinander vergleichbar sind. An Bord wurden keine Auswertungen von Laufzeiten oder Amplituden vorgenommen, aber schon der Vergleich der Amplituden mit dem Noiselevel der Sektion gibt einen Eindruck von der Stärke der Erschütterungen. Sind die Einsätze der Beben vom 09.07. 08:45 UTC und vom 10.07. 13:29 UTC etwa gleich stark, so hat am 09.07. 13:48 offenbar ein deutlich schwächeres Beben stattgefunden.

Es ist davon auszugehen, daß die übrigen Stationen diese Erschütterungen in gleicher Weise aufgezeichnet haben. Da die Geräte in der 3-D Aufstellung als ein regionales Array angesehen werden können, sollte es möglich sein über eine Analyse der Laufzeiten eine Positionierung des Herdes vorzunehmen.

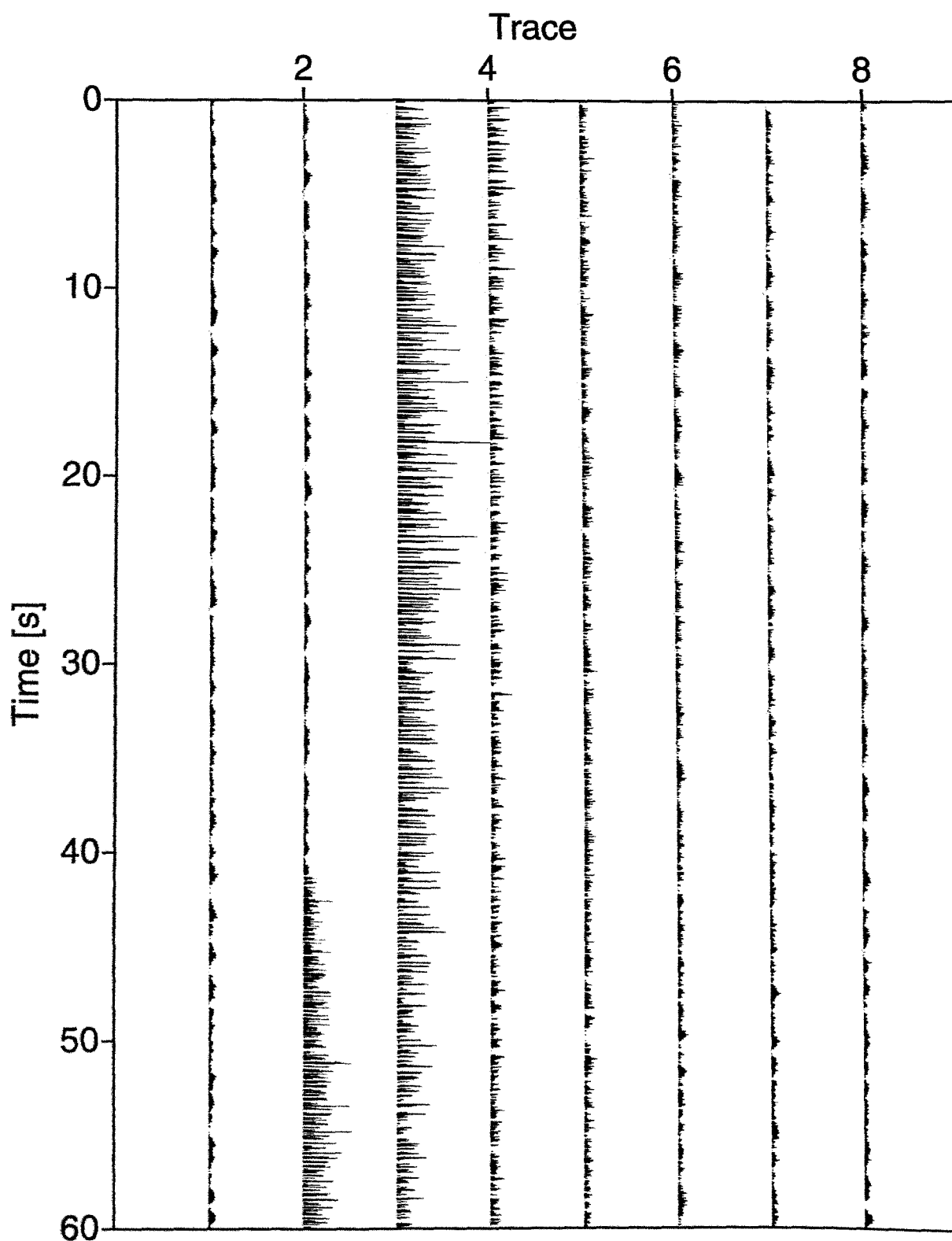


Abbildung 6.4.1: Seismogrammsection der OBH-Station 61, Kanal 1
 Die abgebildeten Spuren sind mit einem Intervall von 60 s und einer Spurlänge von 60 s fortlaufend aus dem Datensatz ausgeschnitten. Die erste Spur beginnt am 09.07. um 08:45:00 UTC

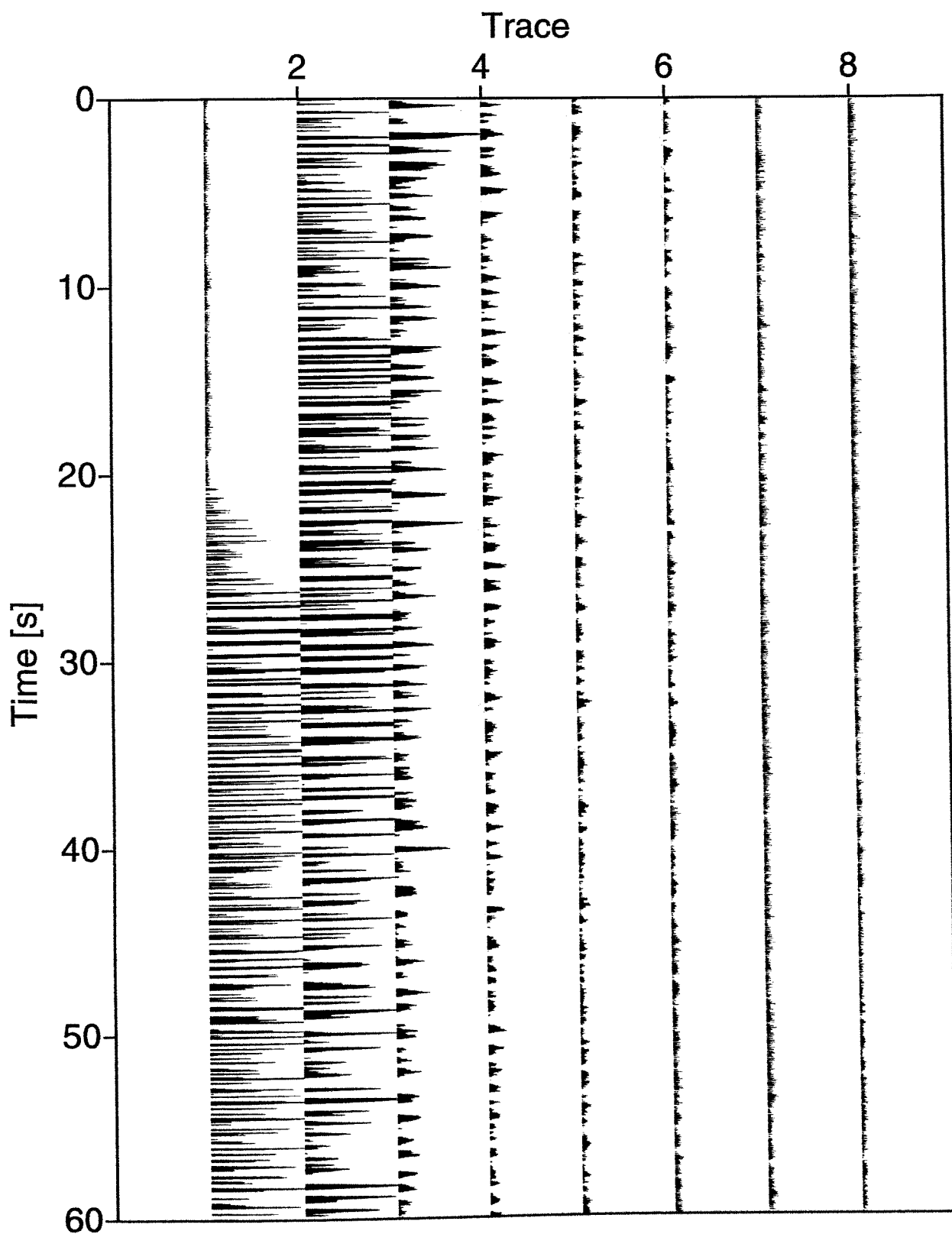


Abbildung 6.4.2: Seismogrammsektion der OBH-Station 61, Kanal 1

Die abgebildeten Spuren sind mit einem Intervall von 60 s und einer Spurlänge von 60 s fortlaufend aus dem Datensatz ausgeschnitten. Die erste Spur beginnt am 09.07. um 13:48:00 UTC

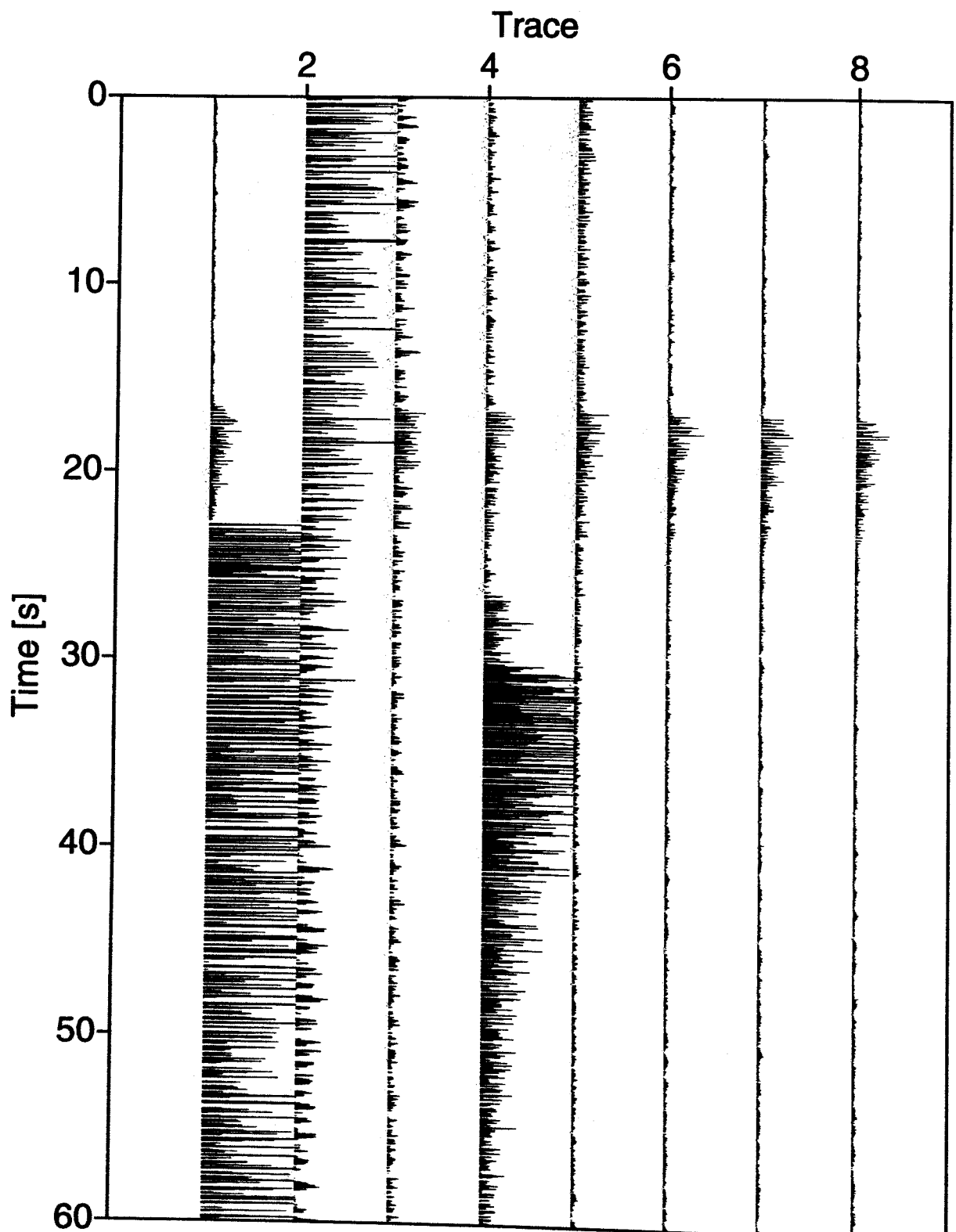


Abbildung 6.4.3: Seismogrammsection der OBH-Station 61, Kanal 1
 Die abgebildeten Spuren sind mit einem Intervall von 60 s und einer Spurlänge von 60 s fortlaufend aus dem Datensatz ausgeschnitten. Die erste Spur beginnt am 10.07. um 13:29:00 UTC

6.5 Schlußbemerkungen

(E. Flüh)

Auf der Fahrt SO103 CONDOR 1 B wurden in insgesamt fünf Auslagen zwei engabständige seismische Weitwinkelprofile sowie ein sternförmiges Netz aus 10 Profilen aufgenommen. Die gewonnenen Daten können als großer Erfolg angesehen werden. In nur 18,5 Arbeitstagen auf See unter meist guten Wetterbedingungen wurden 48 OBH Positionen besetzt (siehe Abb. 6.5.1). Ein Gerät konnte leider nicht geborgen werden, nach über 300 Einsätzen ist dies der dritte Verlust eines GEOMAR OBH. Es besteht nur geringe Hoffnung auf eine spätere Bergung, es sei denn, daß das Gerät vorzeitig aufgestiegen ist und zufällig von einem Fischer geborgen werden sollte.

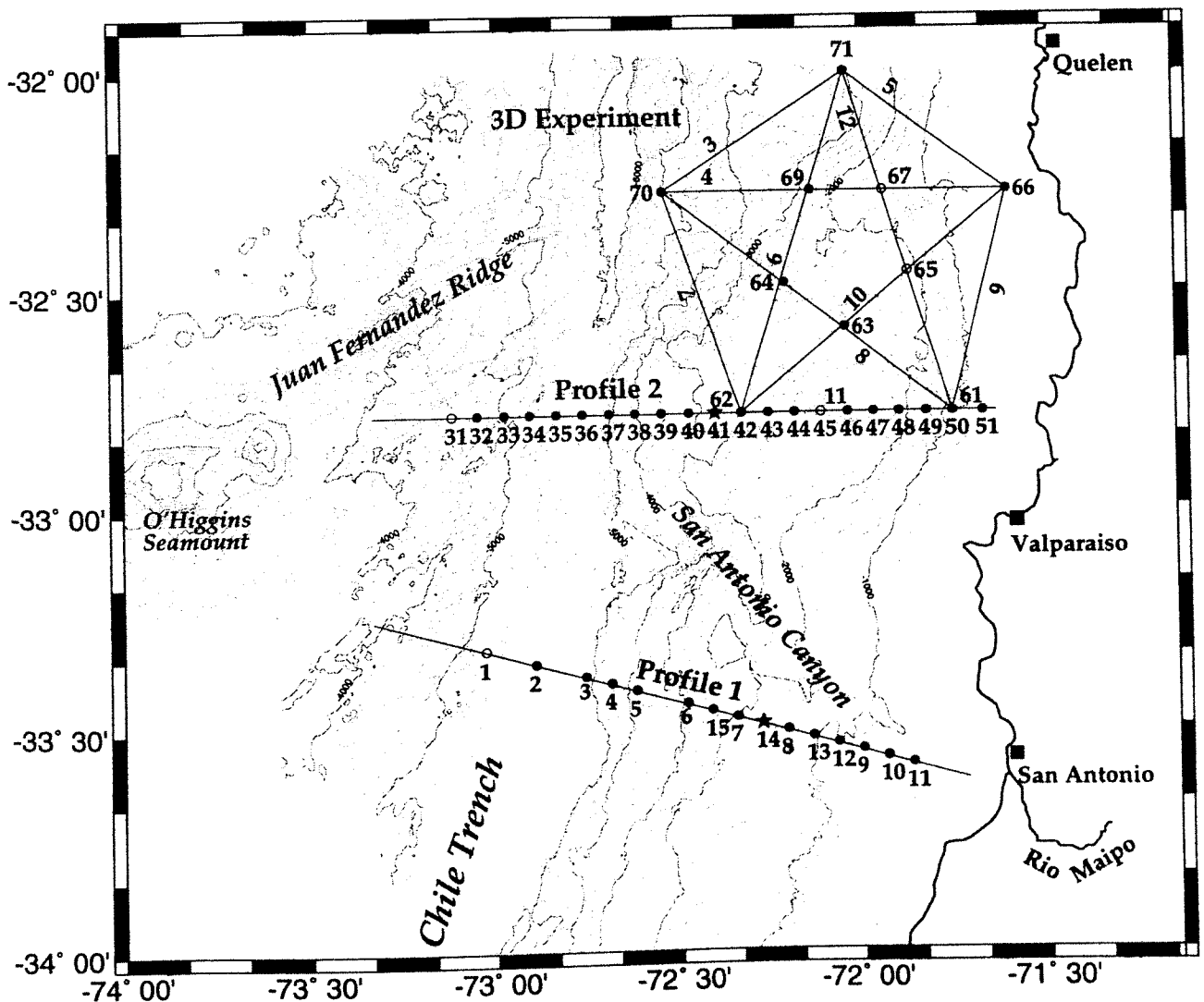


Abbildung 6.5.1: Karte der aufgezeichneten Profile und besetzten OBH Lokationen der Fahrt SO103. Das Vertikal Array ist durch einen Stern gekennzeichnet, offene Symbole stellen Positionen dar, von denen keine Daten gewonnen wurden.

Die Statistik der Fahrt sieht im weiteren wie folgt aus:

Es wurden insgesamt 2190 Seemeilen zurückgelegt. Auf den fünf seismischen Profilen wurden 13297 Schüsse der Airguns abgetan. Von den 48 besetzten OBH Positionen wurden 41 Seismogrammsektionen gewonnen, einige zusätzliche Bänder können sicherlich noch nachträglich gelesen werden. In Abbildung 6.5.1 sind alle Profile und die besetzten OBH Positionen gezeigt. Insbesondere das Profil 2 mit 19 erfolgreichen Registrierungen im Abstand von 3.6 Meilen bietet eine sehr solide Datenbasis für eine genaue Interpretation. Die gesteckten Ziele (siehe Kapitel 2.1) wurden nahezu erreicht, die Datenqualität ist besser als erwartet.

Zusätzlich wurden alle Airgunschüsse von mehr als 10 mobilen Landstationen, meist in Küstennähe, erfolgreich aufgezeichnet. Auch von diesen Daten wird eine wesentliche Erweiterung der Interpretation erwartet.

Anfänglich traten vermehrt Probleme beim Betrieb der Airguns auf. Diese wurden jedoch im Laufe der Fahrt durch angebrachte Verstärkungen an den kritischen Stellen auf ein Minimum reduziert. Trotz teilweise starken Seegangs konnten ab Mitte der Reise nahezu kontinuierlich alle drei 32 ltr. Airguns parallel eingesetzt werden. Wünschenswert wäre allenfalls eine Verlängerung des Auslegers vom Kernabsatzgestell auf Steuerbord Seite. Damit könnten die Versorgungsschläuche weiter vom Schleppseil freigehalten werden. Dies müßte mit relativ geringem Aufwand zu erreichen sein.

Neu waren die Probleme mit den Releasern der OBH, insbesondere den Hydrophonkabeln. Hier sind dringend Gespräche mit dem Hersteller zu führen und für Verbesserungen zu sorgen. Weiterhin traten vermehrt Korrosionsprobleme an einigen Gerätekomponenten auf, die einen baldigen Austausch dieser notwendig machen. Einige Radiosender wurden unbrauchbar, und die Elektronikzylinder sind besonders von den Korrosionsproblemen betroffen.

Hydrosweepdaten wurden mit Ausnahme der 12 sm Zone kontinuierlich aufgezeichnet, um sie in die bereits vorhandene Datenbasis von SO101 einzufügen. Parasounddaten auf über 100 einzelnen, jeweils einigen km langen Profilen an den OBH-Absetzstellen und an ausgewählten Lokationen.

Die relativ kleine Wissenschaftlergruppe (16 Personen) hat sich in engagiertem Einsatz um das Gelingen der Fahrt bemüht. Neben den regelmäßigen Hydrosweep/Parasoundwachen wurde beim Schießen ebenfalls eine Wache eingesetzt, zum Aussetzen und Bergen der OBH wurden jeweils 4 Personen eingeteilt. Die mitgebrachte Hard- und Software ermöglichte eine zügige Datenbearbeitung und ein sofortiges Analysieren von Fehlern und erste Interpretation der Daten.

Eines der ersten und wichtigsten Ergebnisse der Fahrt ist in Abbildung 6.5.2 dargestellt. Erste Modellrechnungen der beiden Querprofile zeigen einige unerwartete Ergebnisse, die man jedoch unter größten Vorbehalt übernehmen sollte. Es handelt sich tatsächlich nur um erste vorläufige Ergebnisse. Dennoch ist klar zu erkennen, daß am Kontinentalfuß relativ große Gebiete mit sehr geringen seismischen Geschwindigkeiten vorkommen.

7. Danksagung

Die Finanzierung der Forschungsfahrt SO103 (CONDOR 1B) wurde ermöglicht durch eine Zuwendung des Bundesministeriums für, Bildung, Forschung, Wissenschaft und Technologie (BMBF) im Rahmen von Projekt 03G0103A sowie durch die EU im Rahmen des HCM-Projektes. Kapitän H. Bruns und seiner Mannschaft sei für die stets hervorragende und umsichtige Unterstützung bei allen anfallenden Arbeiten und in schwierigen Situationen sowie für das angenehme und freundliche Arbeitsklima sehr herzlich gedankt. Für die administrative Abwicklung des Projektes sei dem Projektträger BEO, Warnemünde, an dieser Stelle gedankt. Bei Frau M. Küchler (Botschaft Santiago) und Kapitän H. Gorziglia von hydrographischen Dienst Chiles (SHOA) bedanken wir uns für die reibungslose Erteilung der Forschungsgenehmigung und die kurzfristige Erweiterung auf die chilenischen Hoheitsgewässer innerhalb der 3 bis 12 Meilen Zone. Schließlich sei noch den vielen nicht namentlich genannten Helfern herzlich gedankt für die vielfältige Unterstützung, ohne die diese Forschungsfahrt nicht diesen guten Erfolg erbracht haben könnte.

8. Literaturverzeichnis

- Andriessen, P. and K. Reutter, 1991. K-Ar and fission track mineral age determinations of igneous rocks related to multiple magmatic arc systems along the 23°S latitude of Chile and NW Argentina. In *Tectonics of the Southern Central Andes*, edited by Reutter, K., Scheubs, E. and Wigger, P., Springer Verlag, New York.
- Cande, S.C. and W.F. Haxby, 1991, Eocene propagating rifts in the southwest Pacific and their conjugate features on the Nazca Plate; *Jour. Geophys. Res.*, 96, p 19,609-19,622
- Comte, D., S. W. Roecker and G. Suárez, 1994, Velocity structure in northern Chile: evidence of subducted oceanic crust in the Nazca plate, *Geophys. J. Int.*, 117, p 625-639
- De Mets, C., R.G. Gordon, G.F. Argus, and S. Stein, 1990, Current Plate Motions, *Geophys. J. Int.*, 101, p 425-478
- Flueh, E. R., Bialas, J., Ye, S., Herber, R., Bergmann, P., Schleisiek-Kern, K., von Huene, R., 1994 A digital high data capacity ocean bottom recorder for seismic investigations. *Geomar internal report*, 17pp.
- Hammer, P. T. C., L. M. Dorman, J. A. Hildebrand and B. D. Cornuelle, 1994, Jasper Seamount structure: seafloor seismic refraction tomography, *J. Geophys. Res.*, 99, p 6731 -6752
- Hole, J. A., 1992, Nonlinear high-resolution three-dimensional seismic travel time tomography, *J. Geophys. Res.*, 97, p 6553 -6562.
- Hole, J. A. and B. C. Zelt, 1995, Three-dimensional finite-difference reflection travel times, *Geophys. J. Int.*, 121, p 427-434
- Mammerickx, J., R.N. Anderson, H.W. Menard, and S.M. Smith, 1975, Morphology and Tectonic Evolution of the East-Central Pacific, *Geological Society of America Bulletin*, 86, p 111-118
- Scholl, D.W., M.N. Christensen, R. von Huene, and M.S. Marlow, 1970, Peru-Chile Trench sediments and sea-floor spreading, *Geological Society of America Bulletin*, 81, p. 1339-1360
- Schweller, W.J., L.D. Kulm, and R.A. Prince, 1981, Tectonics, structure, and sedimentary framework of the Peru-Chile Trench, in L.D. Kulm et al., eds., *Nazca Plate: crustal formation and Andean convergence*, Geological Society of America Memoir, 154, p. 323-349
- Schweller W.J. and R.A. Prince, 1980, Bathymetry of the Peru-Chile Trench and continental margin, Latitude 31°-36° south, *Geol. Soc. Am. sheet MC-34*
- Tichelaar, B. and L. Ruff, 1991, Seismic coupling along the Chilean subduction zone, *Jour. Geophys. Res.*, 96 (B7), p 11,997-12,022.
- Toomey, D. R., S. C. Solomon and G. M. Purdy, 1994, Tomographic imaging of the shallow crustal structure of the East Pacific Rise at 9°30'N, *J. Geophys. Res.*, 99, p 24,135-24,157
- Vidale, J. E., 1990, Finite-difference calculation of traveltimes in three dimensions, *Geophysics*, 55, p 521 -526
- von Huene, R., J. Corvalán, J. Korstgard and the scientific party of the CONDOR cruises, 1995, Cruise Report SO101 - CONDOR. GEOMAR, University of Kiel, p 171
- Zelt, C. A., 1994, 3-D velocity structure from simultaneous traveltimes inversion of in-line seismic data along intersecting profiles, *Geophys. J. Int.*, 118, p 795 -801
- Zelt, C. A., S. Hughes and P. J. Barton, 1994, 3D velocity structure of the Faeroe Basin from an ocean bottom seismometer experiment, *EOS, AGU*, 75, p 674
- Zelt, C. A. and D. A. Forsyth, 1994, Modeling wide-angle seismic data for crustal structure: southeastern Grenville province, *J. Geophys. Res.*, 99, p 11687 -11704
- Zelt, C. A. and R. B. Smith, 1992, Seismic traveltimes inversion for 2-D crustal velocity structure, *Geophys. J. Int.*, 108, p 16 -34

9. Anhang
Profilprotokolle
Kapitnsbericht

SO103 Condor Profile 1

OBH	LAT (S)	LON (W)	DISTANCE	DEPTH	RELEASE	FREQUENCY	METHUSALEM	SNEW	REMARKS
	D.M	D.M	(nm)	(m)	CODE	(Hz)	DAT	(ms)	
1	33:19.228	73:01.773		5354	d634	27.045	02.95	-15	
2	33:21.130	72:53.484	1->2:	5375	a324	27.095	91.10	-51	
3	33:22.856	72:45.378	2->3:	5371	d674	27.045	15.93	-39	
4	33:23.800	72:41.300	3->4:	4509	d629	27.195	08.94	-10	
5	33:24.764	72:37.049	4->5:	3604	c634	27.145	01.95	-8	
6	33:26.696	72:28.812	5->6:	2727	d669	27.095	91.09	-46	
7	33:28.603	72:20.785	6->7:	1965	d644	27.095	91.11	-14	
8	33:30.521	72:12.569	7->8:	1376	b214	B	91.14	-85	
9	33:33.221	72:00.176	8->9:	577	a319	C	91.08	-39	
10	33:34.103	71:56.117	9->10:	164	d654	A	93.04	-	data buffer overflow
11	33:35.045	71:52.047	10->11:	326	b495	D	91.13	-	not synchronized, 1 res
Trigger							92.01	-	

Airgun Schedule

Lat	Start	Shot	Start	Shot	End	Airgun
03.07:	19:20	03.07:	23:33	1	252	Ps + Sb
03.07:	23:34	04.07:	00:43	253	321	Ps
04.07:	00:44	04.07:	05:13	322	587	Ps + Sb
04.07:	05:14	04.07:	12:44	589	1034	Ps
04.07:	12:45	04.07:	20:31	1035	1506	Ps + Sb

SO103 Condor Profile 2

OBH	LAT (S)	LONG (W)	DISTANCE	DEPTH	RELEASE	FREQUENCY	METHUSALEM	SKREW	REMARKS
	D:M	D:M	(nm)	(m)	CODE	(Hz)	DAT	(ms)	
33	32:46.979	72:58.376		4932	b495	27.095	02.95	-15	
34	32:47.088	72:54.080	33->34:	5057	a319	27.095	91.10	-	drifted, floating, 1 res
36	32:46.918	72:45.313	34->36:	4660	c634	27.045	15.93	-43	1000 m cable
37	32:47.049	72:41.161	36->37:	5062	d674	27.195	08.94	-4	
38	32:47.000	72:36.861	37->38:	4107	d629	27.095	91.15	-62	
40	32:46.940	72:28.227	38->40:	3099	d654	27.045	93.04	1	
42	32:47.005	72:19.448	40->42:	2440	a314	C	91.13	-80	
44	32:46.959	72:10.887	42->44:	2481	d669	B	91.08	-43	
46	32:47.095	72:02.402	44->46:	2526	d644	A	91.14	-100	
48	32:47.018	71:53.631	46->48:	2324	a324	D	91.12	-	not synchronized, 4 res
50	32:46.900	71:45.100	48->50:	821	b214	B	91.11	-9	
Trigger							92.06	-17	

Airgun Schedule

Time	Start	End	Shot	Start	End	Airgun
06.07:	12:38	06.07:	15:16	1	159	Ps + Sb
06.07:	15:17	06.07:	18:39	160	361	Ps
06.07:	18:40	07.07:	02:45	362	854	Ps + Sb
07.07:	07:23	07.07:	09:11	855	963	Ps (AWI)
07.07:	15:31	07.07:	20:02	964	1228	Ps
07.07:	20:03	08.07:	02:46	1229	1630	Ps + Sb

SO103 Condor Profile 3D

OBH	LAT (S) D:M	LON (W) D:M	DISTA	NCE (nm)	DEPTH (m)	RELEASES- CODE	FREQUENCY (Hz)	METHUSALEM DAT	SKEW (ms)	REMARKS
61	32:47.017	71:45.120			813	b214	B	91.08	-	data buffer overflow
62	32:46.956	72:19.563	61->62:	29,04	2462	a314	C	93.04	12	
63	32:35.464	72:02.767	62->63:	18,23	2479	d669	27.045	91.11	-	not synchronized, 1 res
64	32:29.100	72:12.688	63->64:	10,52	2226	d644	27.095	91.33	-	data buffer overflow
65	32:27.893	71:52.118	64->65:	17,44	2192	a324	27.195	91.14	-	battery empty, 20 res
66	32:16.426	71:35.993	65->66:	17,82	362	d634	27.045	91.15	-	not sync., battery empty
67	32:16.399	71:56.158	66->67:	17,10	1565	d674	27.095	91.12	-	not synchronized, 8 res
69	32:16.544	72:08.181	67->69:	10,20	2405	d629	B	15.93	-	not sync.
70	32:16.405	72:32.263	69->70:	20,42	5056	c634	A	91.10	-	not sync., battery empty
71	32:00.124	72:02.293	70->71:	30,19	3080	b495	D	08.94	-11	
Trigg.A								92.06	-17	
Trigg.B								92.06	-10	
Trigg.C								92.06	-11	

SO103 Condor Profile 3D

Airgun

Schedule

UTC Start	UTC End	Shot Start	Shot End	Airgun
09.07: 15:47	09.07: 19:46	1	242	Sb
09.07: 19:47	10.07: 07:44	243	959	Ps + Sb
10.07: 07:45	10.07: 10:11	960	1106	Ps
10.07: 10:12	10.07: 11:34	1107	1189	Ps + Sb
10.07: 11:35	10.07: 11:53	1190	1208	Ps
10.07: 11:54	10.07: 18:34	1209	1609	Ps + Sb
10.07: 18:35	10.07: 19:04	1610	1639	Ps
10.07: 19:05	10.07: 20:00	1640	1695	Ps + Sb
10.07: 20:01	10.07: 21:53	1696	1808	Ps
10.07: 21:54	11.07: 03:42	1809	2157	Ps + Sb
11.07: 03:43	11.07: 04:38	2158	2213	Ps
11.07: 04:39	11.07: 07:18	2214	2373	Ps + Ms
11.07: 07:19	11.07: 07:44	2374	2399	Ps
11.07: 07:45	11.07: 15:41	2400	2859	Ps + Ms
11.07: 15:42	11.07: 16:09	2860	2887	Ps
11.07: 16:10	12.07: 04:35	2888	3633	Ps + Ms
12.07: 04:36	12.07: 04:59	3634	3657	Ps
12.07: 05:00	12.07: 12:12	3658	4090	Ps + Ms
12.07: 12:13	12.07: 13:07	4091	4142	Ps
12.07: 13:08	13.07: 00:48	4143	4843	Ps + Sb
13.07: 00:49	13.07: 01:11	4844	4866	Ps
13.07: 01:12	13.07: 08:13	4867	5289	Ps + Sb
13.07: 08:14	13.07: 08:33	5290	5309	Ps
13.07: 08:34	13.07: 10:46	5310	5442	Ps + Sb
13.07: 10:47	13.07: 11:16	5443	5472	Sb
13.07: 11:17	13.07: 17:26	5473	5842	Ps + Sb
13.07: 17:27	13.07: 20:50	5843	6046	Ps + Ms + Sb
13.07: 20:51	13.07: 20:54	6047	6050	Ps + Sb
13.07: 20:55	13.07: 21:12	6051	6068	Ps
13.07: 21:13	13.07: 21:20	6069	6076	Ps + Sb
13.07: 21:21	13.07: 21:30	6077	6086	Ps + Ms + Sb
13.07: 21:31	13.07: 22:11	6087	6127	Ms + Sb
13.07: 22:12	13.07: 22:38	6128	6155	Sb

SO103 Condor Profile 2b

OBH	LAT (S)	LON (W)	DISTA	NCE	DEPTH	RELEASER-	FREQUENCY	METHUSALEM	SKEW	REMARKS
	D:M	D:M		(nm)	(m)	CODE	(Hz)	DAT	(ms)	
31	32:47.002	73:06.886			4150	a314	27.095	91.10	-	not recov. 1. attempt
32	32:47.014	73:02.679	31->32:	3,55	4690	b495	27.095	91.15	-52	
35	32:46.943	72:49.679	32->35:	10,96	5464	d629	27195	15.93	-45	
39	32:47.029	72:32.385	35->39:	14,59	3647	d634	C	08.94	-5	
41	32:47.076	72:23.911	39->41:	7,14	2787	d649	27.095	92.01	-40	vertical array, k2 ok
43	32:47.000	72:15.200	41->43:	7,34	2348	d674	B	91.13	-91	
45	32:47.000	72:06.520	43->45:	7,32	2492	d644	D	02.95	-	buffer overflow, 4 res
47	32:46.939	71:57.989	45->47:	7,19	2521	d669	B	91.14	-115	
49	32:46.820	71:49.218	47->49:	7,40	1342	a324	A	91.08	-	buffer overflow
51	32:46.940	71:41.080	49->51:	6,86	691	b214	B	91.11	-12	
Trigger								92.01	-5	Lennartz-GPS

Airgun Schedule

Time	Start	End	Shot	Shot	End	Airgun
15:07:	12.46	15:07:	13.08	1	78	Sb
15:07:	13.09	15:07:	13.45	79	115	Ms + Sb
15:07:	13.46	16:07:	11.17	116	1407	Ps+Ms+Sb
16:07:	11.18	16:07:	13.14	1408	1523	Ps + Ms
16:07:	13.15	16:07:	13.36	1524	1545	Ps
16:07:	13.37	16:07:	15.45	1546	1674	Ps + Ms
16:07:	15.46	16:07:	22.25	1675	2074	Ps+Ms+Sb

SO103 Condor Profile 1b

OBH	LAT (S)	LON (W)	DISTA	NCE	DEPTH	RELEASER-	FREQUENCY	METHUSALEM	SKEW	REMARKS
	D:M	D:M		(nm)	(m)	CODE	(Hz)	DAT	(ms)	
10	33:34.165	71:55.997			157	d669	B	91.11	1	
12	33:32.370	72:04.359	10->12:	7,21	820	d644	D	91.13	-	not sync.
13	33:31.385	72:08.400	12->13:	3,52	1045	d674	27.095	91.14	-69	
14	33:29.459	72:16.550	13->14:	7,41	1650	d629	27.195	92.01	-35	vertical array
15	33:27.553	72:24.821	14->15:	7,18	2334	b214	B	91.15	-41	
5	33:24.777	72:37.210	15->5:	10,37	3609	a324	C	15.93	-42	
Trigger								91.15	-13	

Airgun

Order Size	Price	Unit Price	Unit Size	Spot Price	Unit Price
18.07:	12.22	18.07:	12.56	1	Ps
18.07:	12.57	18.07:	13.16	36	Ps + Sb
18.07:	13.17	19.07:	07.22	56	Ps+Ms+Sb
19.07:	07.23	19.07:	13.38	1142	Ps + Sb
19.07:	13.39	19.07:	20.00	1518	Ps+Ms+Sb
19.07:	20.01	19.07:	20.13	1900	Ps + Sb
19.07:	20.14	19.07:	20.33	1913	Ps

Anhang zum Kapitnsbericht 08/95 Reise SO 103

Das F.S. „SONNE“ verließ am Sonntag den 02. Juli 1995 um 13.18 Uhr den Hafen von Valparaiso. Nachdem der Lotse das Schiff verlassen hatte wurde auf der Reede von Valparaiso ein Bootsmanver und die Sicherheitseinweisung der wissenschaftlichen Besatzung durchgeführt.

Die wissenschaftlichen Arbeiten wurden am 02. Juli um 18.30 Uhr aufgenommen. Auf der ersten Station der Reise wurden die Releaser für die OBH's am Seil der geologischen Winde auf Tiefe gebracht und getestet.

Das Aussetzen der OBH's für das Profil SO 103-1 begannen wir am 03. Juli um 02.07. Uhr. Auf dem Profil wurden über eine Länge von 84 Seemeilen 11 OBH's ausgesetzt. Zwischenzeitlich führten wir einen weiteren Releaser Test bis in eine Wassertiefe von 1000 m mit der hydrographischen Winde I durch. Da die Genehmigung bis auf 3 Seemeilen an die Küste erweitert wurde, dieses aber nicht für den Einsatz von Hydrosweep und Parasound gilt, wurde bei einer Distanz von der Küste von 12 Seemeilen und weniger das Hydrosweep- und Parasoundlot abgestellt. Die Airguns setzten wir in der Zeit von 12.54 bis 14.52 Uhr aus. Die ersten Probeschsse konnten um 15.00 Uhr getriggert werden. Das Schießprofil begannen wir um 15.50 Uhr auf der Position 33°37,1'S 071°43,1'W in Richtung West mit ca. 4 Knoten Geschwindigkeit abzulaufen. Beendet wurde das Profil auf der Position 33°14,7'S 073°21,8'W am 4. Juli um 16.45 Uhr. Nach einholen der Airguns wurden alle 11 OBH's zwischen 18.17 Uhr am 4. Juli und 12.00 Uhr am 5. Juli wieder geborgen.

Auf der Transitstrecke zum Profil SO 103-2 führen wir mit der geologischen Winde wieder einen Releaser- und Transpondertest in einer Wassertiefe von 5400 m.

Das 2. seismische Profil begannen wir am 05. Juli um 22.09 Uhr mit dem Aussetzen der OBH's. Auf einem 85 Seemeilen langen Profil wurden von West nach Ost 11 OBH's ausgesetzt. Ein zwölftes Gerät arbeitete leider nicht sicher genug. Diese Arbeiten wurden am 06. Juli um 06.06 Uhr abgeschlossen. Bei Erreichen der 12 Seemeilen von Land wurden wieder die Lote Hydrosweep und Parasound abgestellt. Das Profil bis zum Endpunkt 4 Seemeilen vor der Küste wurde mit dem Navigationslot abgelaufen und handschriftliche Notizen erstellt. Den Anfangspunkt des Schieprofils SO 103-2 berliefen wir um 07.07 Uhr um dann das Schiff 3 Seemeilen nach Nord zu verholen um angemessenen Raum zum Ausbringen der Airguns zu gewinnen. Die Airguns, 2 mal 32 Liter, wurden von 08.00 bis 08.38 Uhr ausgebracht. Das Profil SO 103-2 begannen wir auf der Position 32°47,0'N 071°38,0'W um 09.10 Uhr am 6. Juli 1995.

Am Abend um 22.25 Uhr meldete die Wache, daß das Schleppseil der Stb.-Airgun nur lose mitgezogen wurde. Die Airgun war nur noch über den Versorgungsstrang mit dem Schiff verbunden. Sofort wurde die Geschwindigkeit verringert. Als das lose Seil eingeholt war stellte sich heraus, daß die Aufhängung der Airgun, 2 Bolzen von ca. 30 mm Durchmesser, abgerissen waren. Um 22.45 Uhr wurde das Profil unterbrochen um die Airguns einzuholen. Die Bb.-Airgun war um 23.00 Uhr an Deck. Das Schiff wurde nun mit minimal Geschwindigkeit mit den Steven in den Wind gelegt um die Stb.-Airgun zu bergen. Nach vorsichtigem Einhieven des Versorgungsstranges gelang es die Airgun um 00.46 Uhr am 07. Juli an Deck zu nehmen. Das Profil # SO 103-2 beendeten wir am 07.07.95 um 22.46 Uhr auf 32°47,0'S 073°20,5'W. Die ausgesetzten OBH's konnten bis zum 08.07.95 um 19.18 Uhr geborgen werden.

Vom 08.07. bis zum 14.07.95 wurden 10 OBH's ausgelegt und auf 10 verschiedenen Kursen zeitweise mit 3 Airguns  32 Liter Volumen berschossen. Die Kurse umschlossen ein Fnfleck, welches auch 5 mal durchkreuzt wurde. Nachdem die Airgun die an Bb.-Seite ausgebracht war nach 98 Stunden und 49 Minuten wieder an Deck kam wurde festgestellt, daß auch hier, wie schon an der an Stb.-Seite gefahrenen Airgun, die Aufhängung der Airgun gebrochen war. Die Bb.-Airgun war glücklicherweise zusätzlich mit einem Stropp gesichert gewesen. Alle OBH's konnten anschließend wieder geborgen werden.

Ein reines West-Ost-Profil auf 32°47'S wurde dann ein zweites Mal in Angriff genommen. Nachdem 10 OBH's ausgelegt waren konnte das Profil fast in der Gesamtlänge mit 3 Airguns abgelaufen werden. Auf diesem Profil kam ein Vertikal Array von 100 m Länge als OBH erstmals zum Einsatz.

Beendet wurde das Schießprofil am 16.07. um 09.22 Uhr auf $32^{\circ}47,0'S$ $071^{\circ}38,0'W$. Ohne Unterbrechung der Schießaktivitäten, wurde auf dem Gegenkurs das Profil SO 103-14 angegangen. Auch hier wurde wieder mit 3 Airguns geschossen. Wir beendeten das Profil am 16. 07. um 18.59 Uhr um anschließend die OBH's zu bergen. Auf der Position $32^{\circ}47'S$ $073^{\circ}07'W$ sollte das westlichste OBH geborgen werden. Das Gerät wurde angesprochen, gab aber keine Antwort die zugeordnet werden konnte. Nach etwa 5 Stunden wurde das Warten aufgegeben. Da die Geräte zusätzlich zur akustischen Auslösung noch mit einem Zeitauslöser versehen sind wird das Schiff am 20. 07. um ca. 09.00 Uhr an der Position sein und warten, daß das OBH dann aufsteigt. Wir liefen nun nach Osten um die 5 OBH die östlich vom Profilende ausgelegt waren zu bergen. Um 18.40 am 17. 07. waren diese Arbeiten abgeschlossen. Das Schiff verließ die 12 Seemeilen-Zone und verholte nach Süden um das Profil SO 103-1 ein zweitesmal zu überschießen.

Auf diesem Profil wurden in Richtung 285° 6 OBH's ausgelegt wovon ein OBH wieder das Vertikal Array war. Von West nach Ost wurde das Profil von Position $33^{\circ}17,3'N$ $73^{\circ}09,9'W$ bis $33^{\circ}36,5'S$ $071^{\circ}45,0'W$ abgeschossen. Auch auf diesem Profil wurde mit 3 Airguns geschossen. Um 05.36 Uhr am 19.07. gingen wir auf Gegenkurs und begannen das Profil So 103-16 abzulaufen. Ab 16.00 Uhr wurden dann die Airguns eingehievt. Das Profil endete mit dem letzten Schuß um 16.33 Uhr auf $33^{\circ}27,4'S$ $072^{\circ}26,1'W$. Die letzte Airgun wurde um 16.46 Uhr an Deck genommen. Das anschließende Aufnehmen der OBH's konnte problemlos am 20.07. um 01.32 Uhr abgeschlossen werden. Dann wurde Kurs auf die Position $32^{\circ}47,0'S$ $073^{\circ}07,0'W$ genommen um das OBH # 42 noch einmal anzusprechen und zu bergen. Um 07.00 Uhr erreichten wir die Position. Ansprechversuche blieben erfolglos. Nun konnte nur noch auf den Zeitauslöser gesetzt werden. Der Zeitauslöser war auf 08.00 Uhr am 20.07.1995 eingestellt. Um 10.25 Uhr am 20.07.1995 brachen wir das Warten auf dieses Gerät ab.

Auf der Reise SO 103 trafen wir recht gutes Wetter an. Die maximalen Windstärken lagen bei 7-8 Bft.

Die wissenschaftlichen Stations- und Profilarbeiten wurden am 20.07.1995 um 10.30 Uhr beendet. Auf insgesamt 16 Profilen wurden 48 OBH's ausgesetzt. 47 Geräte konnten wieder geborgen werden.. Die Gesamtlänge der Profile betrug ca. 787 Seemeilen.

Für Testzwecke wurde die geologische Winde (W6) 2 mal und die hydrographische Winde I (W4) 3 mal eingesetzt. Während dieser 5 seilgebundenen Stationen kam die W6 für 8 Stunden zum Einsatz und spulte eine Seillänge von 9.401 m. Die W4 wurde 3,4 Stunden betrieben und spulte dabei eine Seillänge von 5.000 m. Zum schlepper der Mittel-Airgun wurde die geologische Winde (W6) benutzt. Die Seiten-Airguns schleppten wir über die achteren Mooringwinden.


H. Bruns, Kapitän

02.07.1995Zeit: UTC - 4h

18.33 Beginn der wissenschaftlichen Arbeiten mit seilgebunden Stationen.

Station # 001

18.33 Beginn Station # 001 33°05,0'S 072°35,0'W
19.06 Releaser zum Test z.W. (W 6)
20.44 Releaser Sl max. 4000 m, Wt 5108 m
23.30 Releaser a.D.
23.34 Ende Station # 001
Wind: S 4-5 See: 3-4

03.07.1995Zeit: UTC - 4hProfil # 103-1

02.07 Beginn Profil # 103-1

OBH # 1

02.20 OBH # 1 z.W. Wt 5356 m 33°19,2'S 073°01,7'W
02.21 OBH # 1 geslippt
Wind: S 1 4 See: 3

OBH # 2

03.15 OBH # 2 z.W. Wt 5383 m 33°21,1'S 072°53,5'W
03.17 OBH # 2 geslippt
Wind: S 1 4 See: 3

OBH # 3

04.02 OBH # 3 z.W. Wt 5380 m 33°32,9'S 072°45,3'W
04.04 OBH # 3 geslippt
Wind: S 1 5 See: 3

OBH # 4

04.36 OBH # 4 z.W. Wt 4512 m 33°25,9'S 072°41,3'W
04.37 OBH # 4 geslippt
Wind: SSE 4 See: 3

OBH # 5

05.07 OBH # 5 z.W. Wt 3609 m 33°24,8'S 072°37,1'W
05.11 OBH a.D.
05.18 OBH z.W.
05.19 OBH geslippt
Wind: SE 4 See: 3

OBH # 6

06.02 OBH z.W. Wt 2727 m 33°26,7'S 072°28,8'W
06.03 OBH # 6 geslippt
Wind: SE 4 See: 3

OBH # 7

06.46 OBH # 7 z.W. Wt 1970 m 33°28,5'S 072°20,7'W
06.48 OBH # 7 geslippt
Wind: SE 4 See: 3

OBH # 8

07.30 OBH # 8 z.W. Wt 1376 m 33°30,5'S 072°12,6'W
07.33 OBH # 8 geslippt
Wind: SE 4 See: 3

OBH # 9

08.50 OBH # 9 z.W. Wt 577 m
 08.52 OBH # 9 geslippt 33°33,2'S 072°00,2'W
 Wind: SE 3 See: 2

Station # 002

09.26 Beginn Station # 002 33°29,1'S 072°02,8'W
 09.28 Releaser z.W. (W 4)
 09.52 Releaser Sl max. 1000 m, Wt 1320 m
 10.15 Releaser a.D.
 10.15 Ende Station # 002
 Wind: SE 3 See: 2

OBH # 10

11.05 OBH # 10 z.W. Wt 165 m
 11.06 OBH # 10 geslippt 33°34,1'S 071°56,1'W
 Wind: var. 2 See: 1

11.15 Hydrosweep und Parasound abgeschaltet 33°34,3'S 071°54,9'W

OBH # 11

11.37 OBH # 11 z.W. Wt 326 m
 11.39 OBH # 11 geslippt 33°35,1'S 071°52,1'W
 Wind: var 1-2 See: 1

12.54 setzen Airgun aus

14.52 beide Airgun z.W.

Profil # SO 103-1

15.50 Beginn Schießprofil SO 103-1 33°37,1'S 071°43,1'W
 18.30 Hydrosweep und Parasound eingeschaltet 33°34,4'S 071°55,3'W
 19.37 Stb.-Airgun unklar, holen ein 33°33,2'S 072°00,5'W
 19.55 Stb.-Airgun a.D.
 20.44 Stb.-Airgun z.W. 33°32,5'S 072°03,8'W

04.07.1995

Zeit: UTC - 4h

01.35 Bb.-Airgun unklar, holen ein 33°28,1'S 072°22,9'W
 01.55 Bb.-Airgun a.D.
 08.42 Bb.-Airgun z.W. 33°21,7'S 072°51,1'W
 16.43 Bb.-Airgun a.D.
 16.45 Ende Schießprofil SO 103-1 33°14,7'S 073°21,8'W
 17.00 Stb.-Airgun a.D.
 Wind: N'l 4-6 See: 3-5

OBH # 1

18.17 OBH # 1 ausgelöst
 20.40 OBH # 1 gesichtet und geortet
 20.46 OBH # 1 geborgen 33°19,3'S 073°01,7'W
 Wind: N 6 See: 4-5

OBH # 2

21.13 OBH # 2 ausgelöst
 22.23 OBH # 2 gesichtet, Sende arbeitet nicht
 22.40 OBH # 2 geborgen 33°21,5'S 072°53,5'W
 Wind: N 6 See: 5

OBH # 3

22.22 OBH # 3 ausgelöst

05.07.1995

Zeit: UTC - 4h

00.12 OBH # 3 geortet

00.15 OBH # 3 gesichtet

00.55 OBH # 3 geborgen

Wind: SW 5

See: 4

33°23,6'S 072°45,2'W

OBH # 4

02.01 OBH # 4 ausgelöst

02.43 OBH # 4 gesichtet und geortet

03.03 OBH # 4 geborgen

Wind: SSW 4

See: 3

33°34,0'S 072°41,3'W

OBH # 5

??:?? OBH # 5 ausgelöst

05.36 OBH # 5 gesichtet, Sender arbeitet nicht

05.58 OBH # 5 geborgen

Wind: S 4-5

See: 3-4

OBH # 6

??:?? OBH # 6 ausgelöst

06.50 OBH # 6 geortet und gesichtet

07.11 OBH # 6 geborgen

Wind: S 5

See: 4

33°26,5'S 072°28,8'W

OBH # 7

??:?? OBH # 7 ausgelöst

07.57 OBH # 7 geortet

08.00 OBH # 7 gesichtet

08.20 OBH # 7 geborgen

Wind: S 4

See: 3

33°28,4'S 072°20,8'W

OBH # 8

??:?? OBH # 8 ausgelöst

09.00 OBH # 8 gesichtet

09.20 OBH # 8 geborgen

Wind: S 4

See: 3

33°30,4'S 072°12,6'W

OBH # 9

10.15 OBH # 9 ausgelöst

10.21 OBH # 9 gesichtet

10.37 OBH # 9 geborgen

Wind: S 4

See: 3

33°33,1'S 072°00,2'W

OBH # 10

10.54 OBH # 10 ausgelöst

10.58 OBH # 10 gesichtet

11.15 OBH # 10 geborgen

Wind: S 4

See: 3

33°34,0'S 071°56,3'W

10.15 Hydrosweep und Parasound ausgeschaltet 33°34,0'S 071°56,3'W

OBH # 11

11.37 OBH # 11 ausgelöst

11.47 OBH # 11 gesichtet

12.00 OBH # 11 geborgen

Wind: ESE 2-3

See: 2

33°35,0 S 071°52,1'W

Station # 003

17.10 Beginn Station # 003

17.30 Releaser und Transponder z.W. (W 6)

18.32 Releaser Sl max. 5401 m, Wt 5582 m

32°56,0'S 072°46,2'W

32°56,0'S 072°46,0'W

20.20 Releaser und Transponder a.D.

20.35 Ende Station # 003

Wind: S 3

See: 2

OBH # 12

22.09 OBH # 12 z.W. Wt 4933 m

22.11 OBH # 12 geslippt

32°47,0'S 072°58,4'W

Wind: S 4

See: 3

OBH # 13

22.40 OBH # 13 z.W. Wt 5071 m

22.41 OBH # 13 geslippt

32°47,1'S 072°54,1'W

Wind: S 4

See: 3

OBH # 14

23.25 Grundgewicht z.W.

23.43 1000 m Leine gesteckt, OBH # 14 z.W. Wt 5663 m

23.53 OBH # 14 geslippt

32°46,9'S 072°45,3'W

Wind: S 4

See: 3

06.07.1995

Zeit: UTC - 4h

OBH # 15

00.16 OBH # 15 z.W. Wt 5096 m

00.18 OBH # 15 geslippt

32°47,0'S 072°41,2'W

Wind: S 4

See: 3

OBH # 16

00.46 OBH # 16 z.W. Wt 4128 m

00.48 OBH # 16 geslippt

32°47,0'S 072°38,8'W

Wind: S 5

See: 4

OBH # 17

01.32 OBH # 17 z.W. Wt 3096 m

01.33 OBH # 17 geslippt

32°47,0'S 072°28,2'W

Wind: S 5

See: 4

OBH # 18

02.26 OBH # 18 z.W. Wt 2438 m

02.27 OBH # 18 geslippt

32°47,0'S 072°19,5'W

Wind: S 5

See: 4

OBH # 19

03.13 OBH # 19 z.W. Wt 2481 m

03.14 OBH # 19 geslippt

32°47,0'S 072°10,9'W

Wind: S 5

See: 4

OBH # 20

04.00 OBH # 20 z.W. Wt 2525 m

04.01 OBH # 20 geslippt

32°47,0'S 072°02,2'W

Wind: S 5

See: 4

OBH # 21

04.46 OBH # 21 z.W. Wt 2334 m

04.48 OBH # 21 geslippt

32°47,0'S 071°53,6'W

Wind: S 5

See: 4

OBH # 22

05.15 OBH # 22 z.W. Wt 1400 m

05.18 OBH # 22 a.D.
 05.23 OBH # 22 z.W.
 05.25 OBH # 22 a.D.

05.20 Hydrosweep und Parasound ausgeschaltet 32°47,0'S 071°49,3'W

OBH # 22

06.05 OBH # 22 z.W. Wt 800 m NL
 06.06 OBH # 22 geslippt 32°46,9'S 071°45,9'W
 Wind: S 5-4 See: 3
 07.07 Anfangspunkt Schießprofil 32°47,0'S 071°38,0'W
 08.04 Beginn aussetzen der Airguns
 08.38 Airguns z.W.
 08.38 Beginn Schießen
 09.06 Beginn Schießprofil SO 103-2 32°47,0'S 071°38,3'W
 11.25 Hydrosweep und Parasound eingeschaltet 32°47,0'S 071°47,4'W
 11.31 Bb.-Airgun unklar 32°47,0'S 071°47,8'W
 11.41 Bb.-Airgun a.D.
 14.21 Bb.-Airgun z.W.
 14.41 Bb.-Airgun ausgesetzt 32°47,0'S 071°58,4'W
 22.25 Schleppdraht der Stb.-Airgun lose, Aufhängung der Airgun gebrochen
 22.45 unterbrechen Profil 32°47,0'S 072°29,8'W
 22.46 holen Airguns ein
 23.00 Bb.-Airgun a.D.

07.07.1995

Zeit: UTC - 4h

00.46 Stb.-Airgun a.D.
 02.40 setzen Airgun mittig aus
 02.46 Airgun ausgesetzt 32°45,5'S 072°24,0'W
 03.22 setzen Profil fort 32°47,0'S 072°25,0'W
 05.27 Airgun unklar, unterbrechen Profil 32°47,0'S 072°32,3'W
 05.40 Airgun a.D.
 10.42 setzen Bb.-Airgun aus
 11.32 Bb.-Airgun z.W., Fortsetzung Profil 32°46,8'S 072°30,3'W
 15.40 setzen Stb.-Airgun aus
 16.03 Stb.-Airgun ausgesetzt 32°47,0'S 072°49,4'W
 22.35 holen Stb.-Airgun ein
 22.46 Ende Profil SO 103-2 32°47,0'S 073°20,5'W
 27.50 Stb.-Airgun a.D.
 23.05 Bb.-Airgun a.D.
 Wind: S 5-6 See: 4-5

08.07.1995

Zeit: UTC - 4h

OBH # 12

00.36 OBH # 12 ausgelöst
 01.43 OBH # 12 gesichtet
 01.57 OBH # 12 geborgen 32°47,7'S 072°58,5'W
 Wind: S 5 See: 4

OBH # 13

02.02 OBH # 13 angesprochen
 02.02 OBH # 13 geortet
 02.20 OBH # 13 gesichtet
 02.50 OBH # 13 geborgen 32°44,5'S 072°54,5'W
 Wind: S 5-6 See: 4-5

OBH # 14

03.25 OBH # 14 angesprochen
06.07 Hydrophon z.W.
06.29 Hydrophon a.D.
06.30 fahren Suchkurse
07.22 OBH # 14 geortet
07.30 OBH # 14 gesichtet
07.49 OBH # 14 geborgen 32°47,2'S 072°45,5'W
Wind: S 5-6 See: 4-5

OBH # 15

09.51 OBH # 15 geortet
09.52 OBH # 15 gesichtet
10.07 OBH # 15 geborgen 32°47,1'S 072°41,1'W
Wind: SSW 6 See: 5

OBH # 16

10.08 OBH # 16 angesprochen
11.37 OBH # 16 gesichtet und geortet
11.46 OBH # 16 geborgen 32°46,9'S 072°36,8'W
Wind: SSW 6 See: 5

OBH # 17

12.25 OBH # 17 angesprochen
12.57 OBH # 17 gesichtet und geortet
13.06 OBH # 17 geborgen 32°46,7'S 072°28,1'W
Wind: SSW 6 See: 5

OBH # 18

13.49 OBH # 18 angesprochen
14.21 OBH # 18 gesichtet
14.26 OBH # 18 geborgen 32°46,7'S 072°19,2'W
Wind: SSW 6 See: 5

OBH # 23

14.36 OBH # 23 z.W. Wt 2465 m
14.40 OBH # 23 geslippt 32°47,0'S 072°19,6'W
Wind: SSW 6 See: 5

OBH # 19

15.14 OBH # 19 angesprochen
15.41 OBH # 19 gesichtet
15.51 OBH # 19 geborgen 32°46,8'S 072°11,0'W
Wind: SSW 6 See: 5

OBH # 20

16.35 OBH # 20 angesprochen
16.56 OBH # 20 gesichtet
17.05 OBH # 20 geborgen 32°47,0'S 072°02,3'W
Wind: SSW 6-5 See: 5

OBH # 21

17.45 OBH # 21 angesprochen
18.06 OBH # 21 gesichtet und geortet
18.15 OBH # 21 geborgen 32°46,9'S 071°53,6'W
Wind: SSW 5 See: 4

18.40 Hydrowasp und Parasound ausgeschaltet 32°47,0'S 071°47,4'W

OBH # 22

18.58 OBH # 22 angesprochen
 19.06 OBH # 22 gesichtet und geortet
 19.18 OBH # 22 geborgen 32°46,9'S 071°45,1'W
 Wind: SzW 5 See: 4

OBH # 24

19.29 OBH # 24 z.W. Wt
 19.31 OBH # 24 geslippt 32°47,0'S 071°45,1'W
 Wind: SzW 5 See: 4

20.00 Hydrosweep und Parasound eingeschaltet 32°45,4'S 071°47,5'W

Station # 004

21.15 Beginn Station # 004 32°36,0'S 072°02,0'W
 21.17 Releaser z.W. (W 4)
 21.51 Releaser Sl max. 2000 m, Wt 2471 m
 22.30 Releaser a.D.
 22.32 Ende Station # 004
 Wind: S 3 See: 2

OBH # 25

22.50 OBH # 25 z.W. Wt 2280 m
 22.51 OBH # 25 geslippt 32°35,4'S 072°02,8'W
 Wind: S 3 See: 2

OBH # 26

23.50 OBH # 26 z.W. Wt 2226 m
 23.51 OBH # 26 geslippt 32°29,1'S 072°12,7'W
 Wind: S 3 See: 2

09.07.1995 Zeit: UTC - 4h

OBH # 27

01.28 OBH # 27 z.W. Wt 2193 m
 01.28 OBH # 27 geslippt 32°27,9'S 071°51,1'W
 Wind: S 2-3 See: 1-2

02.25 Hydrosweep und Parasound ausgeschaltet 32°21,9'S 071°43,1'W

OBH # 28

03.10 OBH # 28 z.W. Wt 356 m
 03.11 OBH # 28 geslippt 32°16,4'S 071°36,0'W
 Wind: var. 2 See: 1

04.01 Hydrosweep und Parasound eingeschaltet 32°16,4'S 071°46,3'W

OBH # 29

04.52 OBH # 29 z.W. Wt 1386 m
 04.54 OBH # 29 geslippt 32°16,4'S 071°56,2'W
 Wind: var. 2 See: 1

OBH # 30

05.54 OBH # 30 z.W. Wt 2606 m
 05.55 OBH # 30 geslippt 32°16,5'S 072°08,2'W
 Wind: var. 1 See: 0

OBH # 31

10.29 OBH # 31 z.W. Wt 3091 m
 10.31 OBH # 31 geslippt 32°00,1'S 072°02,3'W
 Wind: var. 1 See: 0

10.57 setzen Airguns aus
 11.19 Bb.-Airgun ausgesetzt, defekt
 11.47 Stb.-Airgun ausgesetzt

Profil # SO 103-3

11.48 Beginn Schießprofil SO 103-3 32°00,2'S 072°02,6'W
 12.00 Bb.-Airgun a.D.
 15.48 Bb.-Airgun ausgesetzt 32°08,4'S 072°18,0'W
 19.25 Ende Profil # SO 103-3 32°16,3'S 072°32,0'W
 Wind:

Profil # SO 103-4

19.25 Beginn Profil # SO 103-4 32°16,3'S 072°32,0'W
10.07.1995 Zeit: UTC - 4h
 03.51 hieven Stb.-Airgun 32°16,5'S 071°52,4'W
 04.02 Stb.-Verholwinde unklar
 04.40 Stb.-Verholwinde klar
 04.46 Stb.-Airgun a.D.

05.30 Hydrosweep und Parasound ausgeschaltet 32°16,5'S 071°46,1'W

06.00 aussetzen Stb.-Airgun
 06.12 Stb.-Airgun ausgesetzt 32°16,5'S 071°43,0'W
 07.32 hieven Stb.-Airgun kurz
 07.41 Ende Profil # SO 103-4
 Wind: SSW 4 See: 3

Profil # SO 103-5

07.45 Beginn Profil # SO 103-5 32°16,4'S 071°36,0'W
 07.54 Stb.-Airgun gesteckt 32°16,0'S 071°36,4'W

10.37 Hydrosweep und Parasound eingeschaltet 32°09,7'S 071°46,8'W

14.35 hieven Stb.-Airgun kurz
 14.41 Ende Profil # SO 103-5 32°00,1'S 072°02,2'W
 Wind: S 3-4 See: 2-3

Profil # SO 103-6

14.47 Beginn Profil # SO 103-6 32°00,2'S 072°02,2'W
 14.59 Stb.-Airgun gesteckt
 16.10 Stb.-Airgun unklar 32°05,6'S 072°04,5'W
 16.21 Stb.-Airgun a.D.
 17.47 Stb.-Airgun z.W.
 17.53 Stb.-Airgun gesteckt 32°11,2'S 072°06,4'W
11.07.1995 Zeit: UTC - 4h
 00.01 Stb.-Airgun unklar 32°33,6'S 072°14,6'W
 00.06 Stb.-Airgun a.D.
 00.26 Mitte-Airgun z.W.
 00.40 Mitte-Airgun gesteckt 32°36,2'S 072°15,5'W
 03.23 hieven Mitte-Airgun kurz
 03.30 Mitte-Airgun vorgehievt
 03.30 Ende Profil # SO 103-6 32°47,0'S 072°19,6'W
 Wind: SSW 4-2 See: 3-1

Profil # SO 103-7

03.40	Beginn Profil # SO 103-7	32°47,0'S 072°19,7'W
03.44	Mitte-Airgun gesteckt	32°46,7'S 072°19,5'W
11.40	Mitte-Airgun vorgehievt	
11.52	Ende Profil # SO 103-7	32°16,5'S 072°32,2'W
Wind:	S'l 4	See: 3

Profil # SO 103-8

11.52	Beginn Profil SO # 103-8	32°16,5'S 072°32,2'W
12.10	Mitte-Airgun gesteckt	32°16,9'S 072°32,2'W
12.07.1995		Zeit: UTC - 4h

00.10 Hydrosweep und Parasound ausgeschaltet 32°45,5'S 071°47,3'W

00.44	Mitte-Airgun vorgehievt	32°46,8'S 071°45,1'W
00.49	Ende Profil # SO 103-8	
Wind:	SzW 3-5	See: 3

Profil # SO 103-9

00.54	Beginn Profil # SO 103-9	32°46,7'S 071°44,7'W
01.00	Mitte-Airgun gesteckt	32°46,2'S 071°44,7'W
08.23	Mitte-Airgun unklar	
08.37	Mitte-Airgun a.D.	32°16,7'S 071°35,9'W
08.45	Ende Profil # SO 103-9	32°16,2'S 071°35,8'W
Wind:	S'l 3	See: 2

Profil # SO 103-10

08.45	Beginn Profil # SO 103-10	32°16,2'S 071°35,8'W
08.55	Stb.-Airgun z.W.	
09.08	Stb.-Airgun gesteckt	

10.50 Hydrosweep und Parasound eingeschaltet 32°51,5'S 071°43,1'W

20.52	hieven Stb.-Airgun	
20.58	Stb.-Airgun vorgehievt	
21.05	Ende Profil # SO 103-10	32°46,9'S 072°19,5'W
Wind:	S'l 3	See: 2

Profil # SO 103-11

21.05	Beginn Profil # SO 103-11	32°46,9'S 072°19,5'W
21.10	Stb.-Airgun gesteckt	
13.07.1995		Zeit: UTC - 4h

03.48 Hydrosweep und Parasound abgeschaltet 32°47,0'S 071°47,5'W

04.15	Stb.-Airgun vorgehievt	32°47,1'S 071°45,5'W
04.22	Ende Profil # SO 103-11	32°47,1'S 071°45,0'W
Wind:	S 3-2	See: 2-1

Profil # SO 103-12

04.25	Beginn Profil # SO 103-12	32°47,0'S 071°45,0'W
04.34	Stb.-Airgun gesteckt	32°46,3'S 071°45,1'W

05.30 Hydrosweep und Parasound eingeschaltet 32°42,7'S 071°46,6'W

13.18	Mitte-Airgun z.W.	32°13,1'S 071°57,5'W
13.28	Mitte-Airgun gesteckt	
16.53	Mitte-Airgun vorgehievt	
17.03	Stb.-Airgun vorgehievt	

17.03 Ende Profil # SO 103-12 32°00,1'S 072°02,4'W
Wind: E 2 - SSW 3 See: 1-2

Wiederholung Profil # SO 103-3

17.07 Beginn Whlg. Profil # SO 103-3 32°00,1'S 072°02,4'W
17.14 Stb.-Airgun gesteckt
17.22 Mitte-Airgun gesteckt
18.14 einholen Airguns 32°02,4'S 072°06,9'W
18.20 Mitte-Airgun a.D.
18.37 Bb.-Airgun a.D.
18.51 Stb.-Airgun a.D.
18.51 Ende Profil Whlg. SO # 103-3 32°02,9'S 072°08,0'W
Wind: SSW 3 See: 2

OBH # 32

19.20 OBH # 32 angesprochen
20.01 OBH # 32 gesichtet
20.15 OBH # 32 geborgen 32°00,2'S 072°02,4'W
Wind: S 4 See: 3

21.45 Hydrosweep und Parasound ausgeschaltet 32°09,6'S 071°47,0'W

OBH # 28

22.42 OBH # 28 angesprochen
22.46 OBH # 28 gesichtet und geortet
23.00 OBH # 28 geborgen 32°16,2'S 071°56,2'W
Wind: S 3 See: 2

23.52 Hydrosweep und Parasound eingeschaltet 32°16,7'S 071°46,0'W

14.07.1995

Zeit: UTC - 4h

OBH # 29

00.25 OBH # 29 angesprochen
00.48 OBH # 29 geortet und gesichtet
00.56 OBH # 29 geborgen 32°16,2'S 071°56,2'W
Wind: SSW 2-3 See: 2

OBH # 30

01.40 OBH # 30 angesprochen
02.15 OBH # 30 gesichtet
02.31 OBH # 30 geborgen 32°16,4'S 072°08,3'W
Wind: SSW 2-3 See: 2

OBH # 31

04.00 OBH # 31 Ansprechversuch
04.30 OBH # 31 angesprochen
06.08 Hydrophon z.W.
06.19 Hydrophon a.D.
07.33 OBH # 31 gesichtet
07.43 OBH # 31 geborgen 32°16,4'S 072°32,5'W
Wind: S 5 See: 4

OBH # 26

09.36 OBH # 26 angesprochen
09.54 OBH # 26 geortet
09.55 OBH # 26 gesichtet
10.10 OBH # 26 geborgen 32°29,0'S 072°12,5'W
Wind: S 6 See: 4-5

OBH # 27

11.35 OBH # 27 angesprochen
 11.45 OBH # 27 geortet und gesichtet
 12.11 OBH # 27 geborgen 32°27,7'S 071°52,3'W
 Wind: SSW 5-6 See: 4-5

OBH # 25

13.13 OBH # 25 angesprochen
 13.39 OBH # 25 gesichtet
 13.52 OBH # 25 geborgen 32°35,0'S 072°02,5'W
 Wind: SSW 5-6 See: 4-5

15.27 Hydrosweep und Parasound ausgeschaltet 32°45,2'S 071°47,3'W

OBH # 24

15.28 OBH # 24 angesprochen
 15.39 OBH # 24 geortet und gesichtet
 15.54 OBH # 24 geborgen 32°46,8'S 071°45,1'W
 Wind: SSW 6 See: 5

OBH # 33

16.25 OBH # 33 z.W. Wt 691 m
 16.26 OBH # 33 geslippt 32°47,0'S 071°41,1'W
 Wind: SSW 6 See: 5

17.00 Hydrosweep und Parasound eingeschaltet 32°47,0'S 071°47,5'W

OBH # 34

17.18 OBH # 34 z.W. Wt 1340 m
 17.19 OBH # 34 geslippt 32°46,9'S 071°49,2'W
 Wind: SSW 5-6 See: 4-5

OBH # 35

18.09 OBH # 35 z.W. Wt 2519 m
 18.11 OBH # 35 geslippt 32°46,9'S 071°58,0'W
 Wind: SSW 5-6 See: 4-5

OBH # 36

19.03 OBH # 36 z.W. Wt 2496 m
 19.04 OBH # 36 geslippt 32°47,0'S 072°06,5'W
 Wind: SSW 5-6 See: 4-5

OBH # 37

19.55 OBH # 37 z.W. Wt 2358 m
 19.56 OBH # 37 geslippt 32°47,0'S 072°15,2'W
 Wind: SSW 5-6 See: 4-5

OBH # 23

20.01 OBH # 23 angesprochen
 20.28 OBH # 23 geortet
 21.08 OBH # 23 gesichtet, ohne Lampe
 21.13 OBH # 23 geborgen 32°46,4'S 072°19,5'W
 Wind: SSW 5-6 See: 4-5

Station # 005

21.42 Beginn Station # 005 32°46,9'S 072°23,9'W
 21.44 Releaser z.W. (W 4)
 22.20 Releaser Sl max. 2000 m, Wt 2768 m
 22.53 Releaser a.D.

22.53 Ende Station # 005

Wind: SSW 5

See: 4

OBH # 38 Vertikal Array

23.18 OBH # 38 Kopfboje z.W. stecken 100 m Vertikal Array

23.26 Grundgewicht geslippt, Array taucht nicht ab

23.44 Kopfboje a.D.

23.50 Releaser a.D.

15.07.1995Zeit: UTC - 4h

00.07 OBH # 38 Kopfboje z.W. stecken 100 m Vertikal Array

00.13 Grundgewicht geslippt Wt 2784

00.14 OBH # 38 Vertikal Array abgetaucht 32°47,1'S 072°23,9'W

Wind: S 5

See: 4

OBH # 39

01.08 OBH # 39 z.W. Wt 3637 m

01.09 OBH # 39 geslippt

32°47,0'S 072°32,5'W

Wind: S 5

See: 4

OBH # 40

02.40 OBH # 40 z.W. Wt 5477 m

02.41 OBH # 40 geslippt

32°47,0'S 072°49,8'W

Wind: S 5

See: 4

OBH # 41

03.49 OBH # 41 z.W. Wt 4684 m

03.50 OBH # 41 geslippt

32°47,0'S 073°02,7'W

Wind: S 5

See: 4

OBH # 42

04.29 OBH # 42 z.W. Wt 4225 m

04.30 OBH # 42 geslippt

32°47,0'S 073°06,9'W

Wind: S 5

See: 4

08.00 aussetzen der Airguns, Bb.-Airgun z.W.

08.22 Bb.-Airgun unklar

08.27 Stb.-Airgun z.W.

08.44 Stb.-Airgun gesteckt

08.45 Beginn schießen

32°47,1'S 073°21,9'W

09.08 Mitte-Airgun gesteckt

Rprofil # SO 103-13

09.08 Beginn Profil

32°47,1'S 073°20,1'W

09.46 Bb.-Airgun gesteckt

16.07.1995Zeit: UTC - 4h

07.00 Hydrosweep und Parasound ausgeschaltet 32°47,0'S 071°47,9'W

07.22 Stb.-Airgun unklar

32°47,0'S 071°46,3'W

08.00 hieven Stb.-Airgun

08.12 Stb.-Airgun a.D.

09.18 Mitte-Airgun vorgehievt.

09.22 Ende Profil # SO 103-13

32°47,0'S 071°38,0'W

Wind: S 6-8

See: 5-6

Profil # SO 103-14

09.30 Beginn Profil # SO 103-14

32°47,1'S 071°38,1'W

09.37 Mitte-Airgun gesteckt

11.45 Stb.-Airgun gesteckt

12.00 Hydrosweep und Parasound eingeschaltet 32°47,0'S 071°47,3'W

18.30 einholen Airguns
 18.38 Mitte-Airgun a.D.
 18.58 Stb.-Airgun a.D.
 19.59 Ende Profil # SO 103-14 32°47,0'S 072°18,3'W
 19.15 Bb.-Airgun a.D.
 Wind: S 7 See: 5

OBH # 38 (Vertikal Array)
 19.17 OBH # 38 Ansprechversuch
 19.32 OBH # 38 angesprochen
 20.00 OBH # 38 geortet und gesichtet
 20.18 OBH # 38 Kopfboje a.D.
 20.20 OBH # 38 Vertikal Array geborgen 32°46,7'S 072°23,7'W
 Wind: S 7 See: 5

OBH # 39
 20.55 OBH # 39 angesprochen
 22.03 OBH # 39 gesichtet
 22.15 OBH # 39 geborgen 32°46,8'S 072°32,4'W
 Wind: S 7 See: 5

OBH # 40
 23.30 OBH # 40 Ansprechversuch
 23.55 OBH # 40 angesprochen
17.07.1995 Zeit: UTC - 4h
 01.15 OBH # 40 geortet und gesichtet
 01.37 OBH # 40 geborgen 32°46,9'S 072°49,7'W
 Wind: S 7 See: 5

OBH # 41
 02.30 OBH # 41 angesprochen
 03.27 OBH # 41 geortet und gesichtet
 03.44 OBH # 41 geborgen 32°46,9'S 073°03,0'W
 Wind: S 7-6 See: 5

OBH # 42
 03.50? OBH # 42 angesprochen
 08.05 Hydrophon z.W.
 08.12 Hydrophon a.D. keine Signale
 09.30 brechen ab. 32°47,0'S 073°07,0'W
 Wind: S 6 See: 5

OBH # 37
 13.15 OBH # 37 angesprochen
 13.40 OBH # 37 gesichtet
 13.47 OBH # 37 geborgen 32°46,8'S 072°15,1'W
 Wind: S 6 See: 5

OBH # 36
 14.20 OBH # 36 angesprochen
 15.10 OBH # 36 gesichtet
 15.27 OBH # 36 geborgen 32°46,7'S 072°06,5'W
 Wind: S 6 See: 5

OBH # 35
 15.55 OBH # 35 angesprochen
 16.18 OBH # 35 gesichtet

16.25 OBH # 35 geborgen 32°46,8'S 071°58,0'W
Wind: S 6 See: 5

OBH # 34

17.13 OBH # 34 angesprochen
17.25 OBH # 34 geortet und gesichtet
17.34 OBH # 34 geborgen 32°46,6'S 071°49,23'W
Wind: SSW 6 See: 5

17.46 Hydrosweep und Parasound ausgeschaltet 32°46,6'S 071°47,5'W

OBH # 33

18.21 OBH # 33 geortet und gesichtet
18.40 OBH # 33 geborgen 32°46,7'S 071°41,1'W
Wind: SSW 6 See: 5

19.15 Hydrosweep und Parasound eingeschaltet 32°46,7'S 071°47,6'W

18.07.1995

Zeit: UTC - 4h

OBH # 43

00.31 OBH # 43 z.W. Wt 158 m
00.32 OBH # 43 geslippt 33°34,2'S 071°56,0'W
Wind: SE 3 See: 2

OBH # 44

01.20 OBH # 44 z.W. Wt 823 m
01.22 OBH # 44 geslippt 33°32,4'S 072°04,4'W
Wind: SE 3 See: 2

OBH # 45

01.51 OBH # 45 z.W. Wt 1043 m
01.51 OBH # 45 geslippt 33°31,4'S 072°08,4'W
Wind: S 3 See: 2

OBH # 46 (Vertikal Array)

02.38 OBH # 46 z.W. Wt 1649 m
02.43 OBH # 46 geslippt 33°29,5'S 072°16,4'W
Wind: S 3 See: 2

OBH # 47

03.32 OBH # 47 z.W. Wt 2336 m
03.35 OBH # 47 geslippt 33°27,6'S 072°24,8'W
Wind: S 3 See: 2

OBH # 48

04.38 OBH # 48 z.W. Wt 3609 m
04.39 OBH # 48 geslippt 33°34,8'S 072°37,1'W
Wind: S 4 See: 3

08.00 setzen Airguns aus

08.21 Bb.-Airgun z.W.

08.23 Schießbeginn

08.57 Stb.-Airgun z.W. 33°17,0'S 073°12,3'W

Profil # SO 103-15

09.00 Beginn Profil # SO 103-15

09.11 Mitte-Airgun z.W. 33°17,3'S 073°09,9'W

20.20 Mitte-Airgun unklar 33°17,5'S 073°08,7'W

20.38 Mitte-Airgun a.D.
22.31 Mitte-Airgun z.W.
22.38 Mitte-Airgun gesteckt

19.07.1995

Zeit: UTC - 4h

03.41 Hieven Mitte Airgun
03.45 Mitte Airgun a.D.

03.35 Hydrosweep und Parasound ausgeschaltet 33°34,7'S 071°5 ~~1~~,4'W

05.36 Ende Profil # SO 103-15 33°36,5'S 071°4 ~~5~~,7'W

Wind: S 6-4

See: 5-2

Profil # SO 103-16

06.13 Beginn Profil # SO 103-16 33°37,8'S 071°4 ~~5~~,9'W

08.40 Hydrosweep und Parasound eingeschaltet 33°43,3'S 071°5 ~~6~~,0'W

09.28 Mitte-Airgun z.W.
09.36 Mitte-Airgun gesteckt
16.00 hieven Airguns

16.11 Mitte-Airgun a.D.

16.30 Stb.-Airgun a.D.

16.33 Ende Profil # SO 103-16

33°27,4'S 072°2 ~~6~~,1'W

Wind: S 4

See: 3

16.46 Bb.-Airgun a.D.

OBH # 47

16.50 OBH # 47 angesprochen

17.31 OBH # 47 gesichtet

17.41 OBH # 47 geborgen

33°27,4'S 072°2 ~~4~~,7'W

Wind: SSW 4-5

See: 3

OBH # 46

18.10 OBH # 46 angesprochen

18.23 OBH # 46 geortet und gesichtet

18.45 OBH # 46 geborgen

33°29,4'S 072°1 ~~6~~,4'W

Wind: SSW 4-5

See: 3

OBH # 45

19.22 OBH # 45 angesprochen

19.35 OBH # 45 geortet und gesichtet

19.46 OBH # 45 geborgen

33°31,1'S 072°0 ~~8~~,2'W

Wind: SSW 4-5

See: 3

OBH # 44

20.07 OBH # 44 angesprochen

20.18 OBH # 44 gesichtet

20.37 OBH # 44 geborgen

33°32,1'S 072°0 ~~4~~,3'W

Wind: SSW 4-5

See: 3

OBH # 43

21.20 OBH # 43 angesprochen

21.22 OBH # 43 gesichtet

21.35 OBH # 43 geborgen

33°33,2'S 071°5 ~~6~~,0'W

Wind: SSW 4-5

See: 3

Zeit: UTC - 4h

20.07.1995

20.38 Mitte-Airgun a.D.
22.31 Mitte-Airgun z.W.
22.38 Mitte-Airgun gesteckt

19.07.1995

Zeit: UTC - 4h

03.41 Hieven Mitte Airgun
03.45 Mitte Airgun a.D.

03.35 Hydrosweep und Parasound ausgeschaltet 33°34,7'S 071°51,4'W

05.36 Ende Profil # SO 103-15 33°36,5'S 071°45,7'W
Wind: S 6-4 See: 5-2

Profil # SO 103-16

06.13 Beginn Profil # SO 103-16 33°37,8'S 071°45,9'W

08.40 Hydrosweep und Parasound eingeschaltet 33°43,3'S 071°56,0'W

09.28 Mitte-Airgun z.W.
09.36 Mitte-Airgun gesteckt
16.00 hieven Airguns
16.11 Mitte-Airgun a.D.
16.30 Stb.-Airgun a.D.
16.33 Ende Profil # SO 103-16
Wind: S 4

33°27,4'S 072°26,1'W

See: 3

16.46 Bb.-Airgun a.D.

OBH # 47

16.50 OBH # 47 angesprochen
17.31 OBH # 47 gesichtet
17.41 OBH # 47 geborgen
Wind: SSW 4-5

33°27,4'S 072°24,7'W

See: 3

OBH # 46

18.10 OBH # 46 angesprochen
18.23 OBH # 46 geortet und gesichtet
18.45 OBH # 46 geborgen
Wind: SSW 4-5

33°29,4'S 072°16,4'W

See: 3

OBH # 45

19.22 OBH # 45 angesprochen
19.35 OBH # 45 geortet und gesichtet
19.46 OBH # 45 geborgen
Wind: SSW 4-5

33°31,1'S 072°08,2'W

See: 3

OBH # 44

20.07 OBH # 44 angesprochen
20.18 OBH # 44 gesichtet
20.37 OBH # 44 geborgen
Wind: SSW 4-5

33°32,1'S 072°04,3'W

See: 3

OBH # 43

21.20 OBH # 43 angesprochen
21.22 OBH # 43 gesichtet
21.35 OBH # 43 geborgen
Wind: SSW 4-5

33°33,2'S 071°56,0'W

See: 3

20.07.1995

Zeit: UTC - 4h

OBH # 48

00.32 OBH # 48 angesprochen

01.19 OBH # 48 gesichtet

01.32 OBH # 48 geborgen

33°27,4'S 072°37,1'W

Wind: SSE 4

See: 3

OBH # 42

07.00 OBH # 42 Ansprechversuche, ohne Erfolg 32°47,0'S 073°07,0'W

07.00 Schiff stand by, warten auf Timerelease

10.25 brechen das Warten ab.



GEOMAR REPORTS

- 1 GEOMAR FORSCHUNGSZENTRUM FÜR MARINE GEOWISSENSCHAFTEN DER CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT ZU KIEL
BERICHT FÜR DIE JAHRE 1987 UND 1988. 1989. 71 + 6 pp.
In German
- 2 GEOMAR FORSCHUNGSZENTRUM FÜR MARINE GEOWISSENSCHAFTEN DER CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT ZU KIEL
JAHRESBERICHT / ANNUAL REPORT 1989. 1990. 96 pp.
In German and English
- 3 GEOMAR FORSCHUNGSZENTRUM FÜR MARINE GEOWISSENSCHAFTEN DER CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT ZU KIEL
JAHRESBERICHT / ANNUAL REPORT 1990. 1991. 212 pp.
In German and English
- 4 ROBERT F. SPIELHAGEN
DIE EISDRIFT IN DER FRAMSTRASSE WÄHREND DER LETZTEN 200.000 JAHRE. 1991. 133 pp.
In German with English summary
- 5 THOMAS C. W. WOLF
PALÄO-OZEANOGRAPHISCHE KLIMATISCHE ENTWICKLUNG DES NÖRDLICHEN NORDATLANTIKS SEIT DEM SPÄTEN NEOGEN
(ODP LEGS 105 UND 104, DSDP LEG 81). 1991. 92 pp.
In German with English summary
- 6 SEISMIC STUDIES OF LATERALLY HETEROGENEOUS STRUCTURES - INTERPRETATION AND MODELLING OF SEISMIC DATA.
Edited by ERNST R. FLUEH
Commission on Controlled Source Seismology (CCSS), *Proceedings of the 8th Workshop Meeting, held at*
Kiel - Fellhorst (Germany), August 27-31, 1990. 1991. 359 pp.
In English
- 7 JENS MATTHIESSEN
DINOFLAGELLATEN-ZYSTEN IM SPÄTQUARTÄR DES EUROPÄISCHEN NORDMEERES: PALÖKOLOGIE UND PALÄO-OZEANOGRAPHIE. 1991. 104 pp.
In German with English summary
- 8 DIRK NÜRNBERG
HAUPT- UND SPURENELEMENTE IN FORAMINIFERENGEHÄUSEN - HINWEISE AUF KLIMATISCHE UND OZEANOGRAPHISCHE ÄNDERUNGEN
IM NÖRDLICHEN NORDATLANTIK WÄHREND DES SPÄTQUARTÄRS. 1991. 117 pp.
In German with English summary
- 9 KLAS S. LACKSCHEWITZ
SEDIMENTATIONSPROZESSE AM AKTIVEN MITTELOZEANISCHEN KOLBEINSEY RÜCKEN (NÖRDLICH VON ISLAND). 1991. 133 pp.
In German with English summary
- 10 UWE PAGELS
SEDIMENTOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN UND BESTIMMUNG DER KARBONATLÖSUNG IN SPÄTQUARTÄREN SEDIMENTEN DES ÖSTLICHEN
ARKTISCHEN OZEANS. 1991. 106 pp.
In German with English summary
- 11 FS POSEIDON - EXPEDITION 175 (9.10.-1.11.1990)
175/1: OSTGRÖNLÄNDISCHER KONTINENTALRAND (65° N)
175/2: SEDIMENTATION AM KOLBEINSEYRÜCKEN (NÖRDLICH VON ISLAND)
Hrsg. von J. MIENERT und H.-J. WALLRABE-ADAMS. 1992. 56 pp. + app.
In German with some English chapters
- 12 GEOMAR FORSCHUNGSZENTRUM FÜR MARINE GEOWISSENSCHAFTEN DER CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT ZU KIEL
JAHRESBERICHT / ANNUAL REPORT 1991. 1992. 152 pp.
In German and English
- 13 SABINE E. I. KÖHLER
SPÄTQUARTÄRE PALÄO-OZEANOGRAPHISCHE ENTWICKLUNG DES NORDPOLARMEERES UND EUROPÄISCHEN NORDMEERES ANHAND VON
SAUERSTOFF- UND KOHLENSTOFF-ISOTOPENVERHÄLTNISSEN DER PLANKTISCHEN FORAMINIFERE
Neoglobobulimina pachyderma (sin.). 1992. 104 pp.
In German with English summary
- 14 FS SONNE - FAHRTBERICHT SO 78 PERUVENT: BALBOA, PANAMA - BALBOA, PANAMA, 28.2.1992-16.4.1992
Hrsg. von ERWIN SUESS. 1992. 120 pp.
In German with some English chapters
- 15 FOURTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PALEOCEANOGRAPHY (ICP IV): SHORT- AND LONG-TERM GLOBAL CHANGE:
RECORDS AND MODELLING 21-25 SEPTEMBER 1992, KIEL/GERMANY
PROGRAM & ABSTRACTS. 1992. 351 pp.
In English
- 16 MICHAELA KUBISCH
DIE EISDRIFT IM ARKTISCHEN OZEAN WÄHREND DER LETZTEN 250.000 JAHRE. 1992. 100 pp.
In German with English summary
- 17 PERSISCHER GOLF: UMWELTGEFÄHRDUNG, SCHADENSERKENNUNG, SCHADENSBEWERTUNG AM BEISPIEL DES MEERESBODENS; ERKENNEN
EINER ÖKOSYSTEMVERÄNDERUNG NACH ÖLEINTRAGEN. Schlußbericht zu den beiden BMFT-Forschungsvorhaben 03F0055 A+B. 1993. 108 pp.
In German with English summary
- 18 TEKTONISCHE ENTWÄSSERUNG AN KONVERGENTEN PLATTENRÄNDERN / DEWATERING AT CONTINENTAL MARGINS.
Hrsg. von / ed. by ERWIN SUESS. 1993. 106+32+68+16+22+38+4+19 pp.

- 19 THOMAS DICKMANN
DAS KONZEPT DER POLARISATIONSMETHODE UND SEINE ANWENDUNGEN AUF DAS SEISMISCHE VEKTORWELLENFELD
IM WEITWINKELBEREICH. 1993. 121 pp.
In German with English summary
- 20 GEOMAR FORSCHUNGSZENTRUM FÜR MARINE GEOWISSENSCHAFTEN DER CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT ZU KIEL
JAHRESBERICHT / ANNUAL REPORT 1992. 1993. 139 pp.
In German and English
- 21 KAI UWE SCHMIDT
PALYNO MORPHE IM NEOGENEN NORDATLANTIK - HINWEISE ZUR PALÄO-OZEANOGRAPHIE UND PALÄOKLIMATOLOGIE. 1993. 104+7+41 pp.
In German with English summary
- 22 UWE JÜRGEN GRÜTZMACHER
DIE VERÄNDERUNGEN DER PALÄO GEOGRAPHISCHEN VERBREITUNG VON *BOLBOFORMA* - EIN BEITRAG ZUR REKONSTRUKTION UND
DEFINITION VON WASSERMASSEN IM TERTIÄR. 1993. 104 pp.
In German with English summary
- 23 RV PROFESSOR LOGACHEV - Research Cruise 09 (August 30 - September 17, 1993): SEDIMENT DISTRIBUTION ON THE REYKJANES RIDGE NEAR 59°N
Edited by H.-J. WALLRABE-ADAMS & K.S. LACKSCHEWITZ. 1993. 66+30 pp.
In English
- 24 ANDREAS DETTMER
DIATOMEEN-TAPHOZÖNOSEN ALS ANZEIGER PALÄO-OZEANOGRAPHISCHER ENTWICKLUNGEN IM PLIOZÄNEN UND QUARTÄREN
NORDATLANTIK. 1993. 113+10+25 pp.
In German with English summary
- 25 GEOMAR FORSCHUNGSZENTRUM FÜR MARINE GEOWISSENSCHAFTEN DER CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT ZU KIEL
JAHRESBERICHT / ANNUAL REPORT 1993. 1994. 69pp.
In German and English
- 26 JÖRG BIALAS
SEISMISCHE MESSUNGEN UND WEITERE GEOPHYSIKALISCHE UNTERSUCHUNGEN AM SÜD-SHETLAND TRENCH
UND IN DER BRANSFIELD STRASSE - ANTARKTISCHE HALBINSEL. 1994. 113 pp.
In German with English summary
- 27 JANET MARGARET SUMNER
THE TRANSPORT AND DEPOSITIONAL MECHANISM OF HIGH GRADE MIXED-MAGMA IGNIMBRITE TL, GRAN CANARIA:
THE MORPHOLOGY OF A LAVA-LIKE FLOW. 1994. 224 pp.
In English with German summary
- 28 GEOMAR LITHOTHEK. Edited by JÜRGEN MIENERT. 1994. 12 pp + app.
In English
- 29 FS SONNE - FAHRTBERICHT SO 97 KODIAK-VENT: KODIAK - DUTCH HARBOR - TOKYO - SINGAPUR, 27.7. - 19.9.1994
Hrsg. von ERWIN SUESS. 1994.
Some chapters in German, some in English
- 30 CRUISE REPORTS:
RV LIVONIA CRUISE 92, KIEL-KIEL, 21.8.-17.9.1992: GLORIA STUDIES OF THE EAST GREENLAND CONTINENTAL MARGIN BETWEEN 70° AND 80°N
RV POSEIDON PO200/10, LISBON-BREST-BREMERHAVEN, 7.-23.8.1993: EUROPEAN NORTH ATLANTIC MARGIN: SEDIMENT PATHWAYS,
PROCESSES AND FLUXES
RV AKADEMIK ALEKSANDR KARPINSKIY, KIEL-TROMSØ, 5.-25.7.1994: GAS HYDRATES ON THE NORTHERN EUROPEAN CONTINENTAL MARGIN
Edited by JÜRGEN MIENERT. 1994.
In English; report of RV AKADEMIK ALEKSANDR KARPINSKIY cruise in English and Russian
- 31 MARTIN WEINELT
BECKENENTWICKLUNG DES NÖRDLICHEN WIKING-GRABENS IM KÄNOZOIKUM - VERSENKUNGSGESCHICHTE, SEQUENZSTRATIGRAPHIE,
SEDIMENTZUSAMMENSETZUNG. 1994. 85 pp.
In German with English summary
- 32 GEORG A. HEISS
CORAL REEFS IN THE RED SEA: GROWTH, PRODUCTION AND STABLE ISOTOPES. 1994. 141 pp.
In English with German summary
- 33 JENS A. HÖLEMANN
AKKUMULATION VON AUTOCHTHONEM UND ALLOCHTHONEM ORGANISCHEM MATERIAL IN DEN KÄNOZOISCHEN SEDIMENTEN
DER NORWEGISCHEN SEE (ODP LEG 104). 1994. 78 pp.
In German with English summary
- 34 CHRISTIAN HASS
SEDIMENTOLOGISCHE UND MIKROPALÄONTOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN ZUR ENTWICKLUNG DES SKAGERRAKS (NE NORDSEE)
IM SPÄTHOLOZÄN. 1994.
In German with English summary
- 35 BRITTA JÜNGER
TIEFENWASSERERNEUERUNG IN DER GRÖNLANDSEE WÄHREND DER LETZTEN 340.000 JAHRE.
DEEP WATER RENEWAL IN THE GREENLAND SEA DURING THE PAST 340,000 YEARS. 1994. 6+109 pp.
In German with English summary
- 36 JÖRG KUNERT
UNTERSUCHUNGEN ZU MASSEN- UND FLUIDTRANSPORT ANHAND DER BEARBEITUNG REFLEXIONSSEISMISCHER DATEN AUS DER
KODIAK-SUBDUKTIONSZONE, ALASKA. 1995. 129 pp.
In German with English summary
- 37 CHARLOTTE M. KRAWCZYK
DETACHMENT TECTONICS DURING CONTINENTAL RIFTING OFF THE WEST IBERIA MARGIN: SEISMIC REFLECTION AND
DRILLING CONSTRAINTS. 1995. 133 pp.
In English with German summary
- 38 CHRISTINE CAROLINE NÜRNBERG
BARIUMFLUSS UND SEDIMENTATION IM SÜDLICHEN SÜDATLANTIK - HINWEISE AUF PRODUKTIVITÄTSÄNDERUNGEN IM QUARTÄR. 1995. 6+108pp.
In German with English summary
- 39 JÜRGEN FRÜHN
TEKTONIK UND ENTWÄSSERUNG DES AKTIVEN KONTINENTALRANDES SÜDÖSTLICH DER KENAI-HALBINSEL, ALASKA. 1995.
In German with English summary

- 40 GEOMAR FORSCHUNGSZENTRUM FÜR MARINE GEOWISSENSCHAFTEN DER CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT ZU KIEL
JAHRESBERICHT / ANNUAL REPORT 1994, 1995.
In German and English
- 41 FS SONNE - FAHRTBERICHT / CRUISE REPORT SO 103 CONDOR 1 B: VALPARAISO-VALPARAISO, 2.-21.7.1995.
Hrsg. von ERNST R. FLUEH. 1995.
Some chapters in German, some in English